

Л.А.Штейерт

Входные и выходные параметры бытовой радиоэлектронной аппаратуры

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1218

Л.А.Штейерт

Входные и выходные параметры бытовой радиоэлектронной аппаратуры

2-е издание
исправленное



Москва
«Радио и связь» 1995

ББК 32.844
Ш90
УДК (621.396.62) 82.4 : 629.113 (03)

Штейерт Л. А.

Ш90 Входные и выходные параметры бытовой радиоэлектронной аппаратуры. — 2-е изд., испр. — М.: Радио и связь, 1995. — 80 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1218).
ISBN 5-256-01266-5.

Содержатся краткие сведения о всех видах бытовой радиоэлектронной аппаратуры, выпускаемой в настоящее время в нашей стране и за рубежом. Рассматриваются возможные варианты стыковки компонентов звуковых систем с усилителями звуковой частоты. Приводятся информационные материалы согласования видеозвуковых источников, персональных ЭВМ, устройств телеигр с телевизионными приемниками. Обобщаются краткие характеристики входных и выходных параметров, а также конструктивные данные о применяемых типах соединителей с распайкой контактов. Первое издание вышло в 1992 г.

Для широкого круга радиолюбителей.

Ш $\frac{2302020200-039}{046(01)-95}$ **Без объявл.** ББК 32.844

Научно-популярная литература

Массовая радиобиблиотека. Вып. 1218

ШТЕЙЕРТ Лев Алексеевич

ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Редактор И. Н. Суслова
Обложка художника А. А. Данилина
Художественный и технический редактор Л. А. Горшкова
Корректор Г. Г. Казакова

ИБ № 2679

ЛР № 010164 от 04.01.92

Сдано в набор 1.06.95 Подписано в печать 19.07.95
Формат 60×84 1/16 Бумага типогр. № 2 Гарнитура литературная Печать высокая
Усл. печ. л. 4,65 Усл. кр.-отт. 5,10 Уч.-изд. л. 5,88 Тираж 15 000 экз.
Изд. № 23927 Зак. № 50 С-039 (2-й завод: 5001—10 000 экз.)
Издательство «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693
Типография издательства «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

ISBN 5-256-01266-5

Содержание

Предисловие

Ассортимент бытовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) в настоящее время очень широк. Это однокорпусные виды аппаратуры (магнитофоны, телевизионные приемники, диктофоны, многопрограммные абонентские громкоговорители и т. д.) и разъемные виды (усилители звуковой частоты, акустические системы, тюнеры и т. д.), которые можно объединять по желанию потребителя в различные системы. Поэтому особое значение приобретают вопросы их электрической и механической стыковки. К общим параметрам, определяющим условия взаимных соединений и подключения различных внешних устройств, относятся так называемые присоединительные параметры БРЭА. Это уровни входных и выходных напряжений, входные и выходные полные электрические сопротивления, характеристики соединительных кабелей, внешних источников питания.

Принципиальное значение также имеют правильный выбор типа соединителей в зависимости от функционального назначения и распайка их контактов. В целях международной унификации присоединительных параметров разработаны и широко используются Публикации МЭК, которые в последние годы приобрели статус международных стандартов. Эти Публикации постоянно обновляются и совершенствуются. В ряде из них, например в [3], объединены все принятые в международной практике типы соединителей, приведены рекомендации по их использованию. Отдельные Публикации МЭК посвящены присоединительным параметрам компонентов БРЭА при их взаимной стыковке [2]. Однако все эти материалы находятся в различных изданиях. В ряде случаев отсутствуют обоснования того или иного режима согласования, особенностей измерения входных и выходных параметров некоторых видов БРЭА.

Основная цель брошюры — дать представление о международных правилах межблочных соединений различных видов БРЭА, типовых входных и выходных параметрах аппаратуры и методах их измерений. Здесь можно найти ответы на некоторые часто встречающиеся в практике эксплуатации БРЭА вопросы. Каковы, например, причины изменения громкости при переключении режимов работы в многодиапазонных приемниках, магнитолах, радиолах и др.? Как правильно выбрать соотношение мощностей усилителя и автономной акустической системы? Каковы ниболее типичные причины перегрузки звуковой системы? В чем особенности присоединительных режимов «по току» и «по напряжению»? Как обеспечить стыковку компонентов, имеющих различные типы соединителей? Обсуждение этих и некоторых других вопросов помогут пользователям по своему желанию скомпоновать домашнюю звуковую систему, и разработчикам — избежать возможных ошибок при проектировании новых видов БРЭА.

Материалы брошюры отражают результаты многолетней работы автора в области бытовой радиоприемной и звукоусилительной техники, непосредственного участия в работах международных организаций и в работах по созданию отечественных и международных стандартов.

СТРУКТУРА ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ (ВХОДНЫХ И ВЫХОДНЫХ) ПАРАМЕТРОВ

Из года в год существенно обновляется и расширяется ассортимент бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Наряду с традиционными видами техники в однокорпусном (моноблочном) конструктивном исполнении широкое распространение получают разъемные (блочные) виды конструкций. Такие виды блочной аппаратуры часто называют компонентами. По желанию пользователей те или иные компоненты можно объединять в звуковые или видеозвуковые системы, формируя полный цикл приема, обработки и воспроизведения информации.

К широко известным однокорпусным видам электронной техники [1] относятся:

радиоприемные устройства (карманные, переносные, носимые, стационарные, автомобильные, монофонические, стереофонические), в том числе магнитолы, радиолы, магниторадиолы, телерадиомагнитолы;

телевизионные приемники;

магнитофоны;

диктофоны;

электрофоны;

плейеры (walkman);

многопрограммные абонентские громкоговорители.

Среди современных разъемных (блочных) видов аппаратуры выделяют:

усилители звуковой частоты (далее усилители) — предварительные, мощные полные;

акустические системы — активные, открытые, закрытые;

тюнеры;

магнитофонные панели (блоки);

видеомагнитофоны (блоки);

электропроигрыватели, в том числе электропроигрыватели компакт-дисков;

электропроигрыватели компакт-видеодисков;

персональные ЭВМ;

устройства телевизионных игр;

цветомузыкальные установки;

переговорные устройства — низкочастотные и высокочастотные.

К разъемным видам техники относятся моно- или стереофонические пассивные автономные устройства, наушники, микрофоны, а также разного рода устройства дистанционного управления (проводные, инфракрасные, ультразвуковые).

Для каждого конкретного типа БРЭА число входных (выходных) гнезд для внешних подключений определяется его функциональными особенностями и указывается в руководствах по эксплуатации или других видах нормативно-технической документации (НТД).

На рис. 1 представлена в общем виде структурная схема соединений компонентов звуковой системы. Здесь с левой стороны рисунка показаны возможные варианты подключений к усилителям звуковой частоты (УЗЧ) различных источников сигнала, обозначены номера таблиц (рисунков, разделов), в которых приведены соответствующие присоединительные параметры. Выходной сигнал источника формируется для каждого из них путем преобразования высокочастотных сигналов (тюнеры, радиоприемные и телевизионные устройства), или воспроизведения звуковых или видеозвуковых программ (электропроигрыватели, проигрыватели компакт дисков, магнитофоны, видеомагнитофоны), или электромеханического преобразования под воздействием звукового поля (микрофоны).

Основными характеристиками субъектов стыковки являются *номинальные присоединительные параметры*. Эти параметры не подлежат измерениям, а устанавливаются, как опорные при измерениях или формировании других параметров [4]. К основной группе номинальных параметров, определяющих номинальные условия измерения входных или выходных параметров, относятся:

номинальное напряжение источника питания;

номинальное полное электрическое сопротивление источника сигнала;

номинальная электродвижущая сила (ЭДС) источника сигнала;

номинальное полное сопротивление нагрузки;

номинальное выходное напряжение (мощность).

Здесь и далее под сопротивлением понимается модуль полного электрического сопротивления.

Режим измерения при номинальных условиях и значении ЭДС на входе устройства ниже на 10 дБ относительно номинального значения и частоте сигнала 1000 Гц называют *нормальными рабочими условиями измерений*. Этот режим измерений наиболее полно соответствует рабочим условиям эксплуатации и широко используется в практике как установочный (опорный) для измерения других параметров.

К входным параметрам аппаратуры, которые обычно нормируются в научно-технической документации (НТД) и измеряются с помощью стандартных средств измерения, относятся входные сопротивления, напряжения или токи. Эти параметры характеризуют экстремальные значения входных мощностей сигнала, необходимых для получения на выходе устройства заданных выходных уровней на номинальных сопротивлениях нагрузки. Для УЗЧ регламентируемыми входными уровнями являются минимальные ЭДС источника и ЭДС источника, соответствующая перегрузке входного каскада усилителя (ЭДС источника при перегрузке). Для различных видов источников сигнала условия формирования входных сигналов имеют свои специфические особенности. Так, для высокочастотных источников (радиоприемники, тюнеры, телевизоры и т. п.) минимальные и максимальные уровни сигнала на входе характеризуют условия

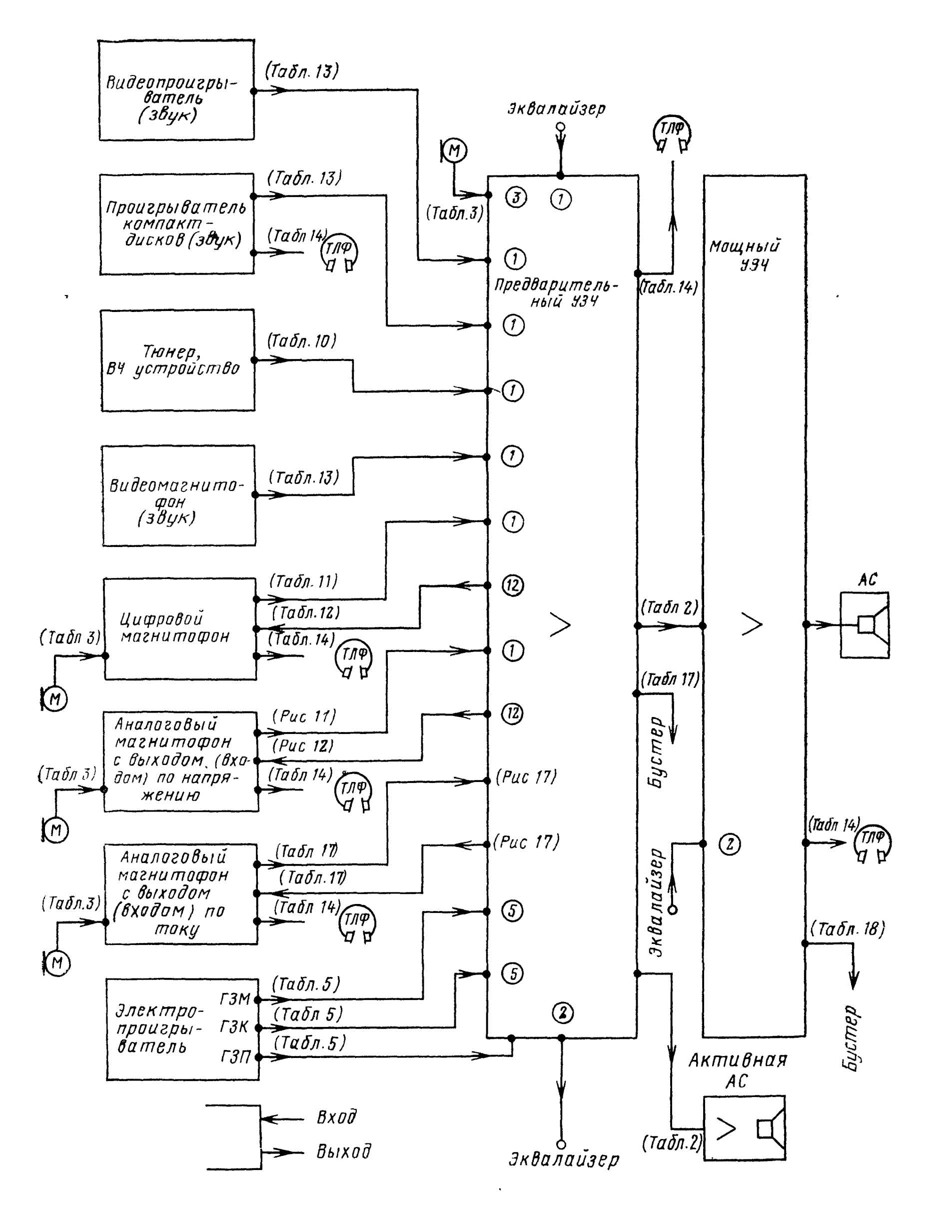


Рис. 1. Схема соединений компонентов звуковой системы (М — микрофон; ТЛФ — телефон)

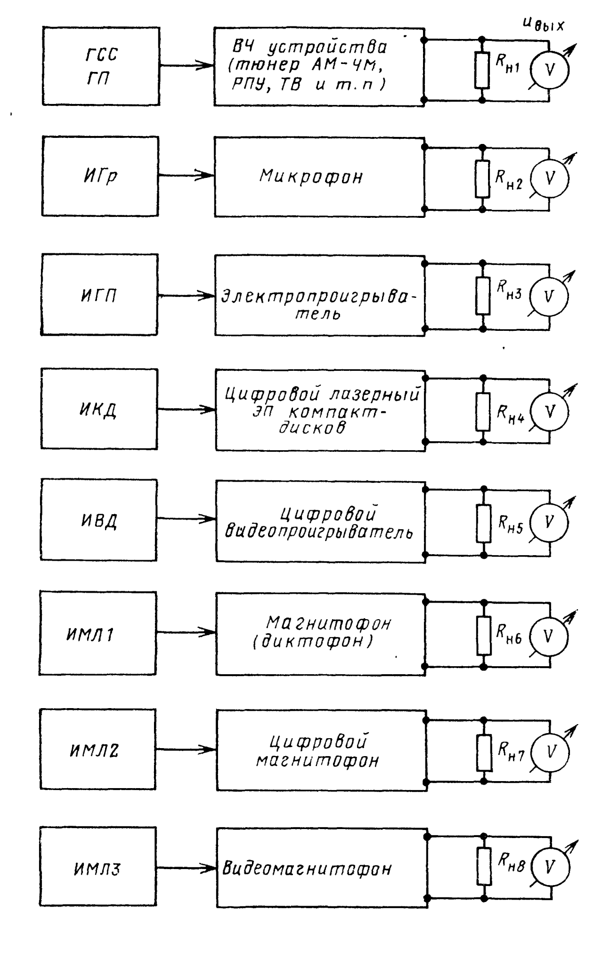


Рис. 2. Установка входных уровней источников сигнала

радиоприема — от минимально допустимых значений соотоношений сигнал-шум ($E_{вх\,min}$) до максимально возможных напряженностей электромагнитного поля при максимальных модуляциях при амплитудной модуляции (АМ) или максимальных девиациях частоты при частотной модуляции (ЧМ) ($E_{вх\,max}$). Для установки на входе высокочастотных источников заданных входных уровней применяют генераторы стандартных сигналов или генераторы поля (для радиоприемных устройств с магнитными антеннами). На рис. 2 эти генераторы обозначены соответственно ГСС и ГП.

Для микрофонов входные уровни определяются стандартными звуковыми давлениями, эквивалентными реальным условиям работы от номинальных зна-

чений до максимальных — около 10 Па (114 дБ относительно 20 мкПА). Здесь необходимые уровни обеспечиваются измерительным акустическим излучателем — громкоговорителем ИГр — с нормированным давлением звукового поля.

Входные уровни электропроигрывателей (звукоснимателей) задаются скоростью грамзаписи от 7,1 до 17 см/с, для проигрывателей компакт-дисков — стандартными параметрами лазерной записи. Для установки этих входных уровней используются измерительные грампластинки механической или соответственно лазерной звукозаписи. На рис. 2 эти датчики звукового сигнала обозначены соответственно: ИГП — измерительная грампластинка механической записи; ИКД — измерительный компакт-диск; ИВД — измерительный видеодиск (звуковой канал).

Для магнитофонов, диктофонов и видеомагнитофонов (в режиме записи) входные уровни определяются стандартной сигналограммой измерительной магнитной ленты ИМЛ, параметры которой заданы в [5] и [6]. На рис. 2 ИМЛ1, ИМЛ2 — магнитная измерительная лента соответственно со звуковой сигналограммой и с сигналограммой в цифровом коде; ИМЛ3 — измерительная лента с сигналограммой комплексного сигнала (видео + звук).

Для всех видов БРЭА выходные напряжения ($U_{вых}$), выделяемые на внешнем эквиваленте сопротивления нагрузки $R_н$ (на $R_{н4}$, $R_{н5}$, $R_{н7}$ — после цифроаналогового преобразователя; на $R_{н8}$ — раздельно после селектора «звук — видео») характеризуют при заданном коэффициенте нелинейных искажений конечный продукт усиления или преобразования звукового сигнала от минимальных до максимальных значений. Измеренные с помощью вольтметра V значения $U_{вых}$ будут представлять собой ЭДС источника сигнала, подводимую ко входам предварительных или корректирующих УЗЧ, микрофонным усилителям и др. Причем для этих подключений должны быть соблюдены определенные правила, связанные с нормированием коэффициентов передачи (усиления) для каждого компонента звуковой системы и обеспечением заданных уровней при переключении источников сигнала на входе УЗЧ.

При измерениях параметров следует учитывать допустимые уровни нелинейных искажений и соотношений сигнал-шум, которые обычно устанавливаются НТД. Все низкочастотные измерения, если не оговаривается дополнительно, проводятся на частоте 1 кГц, а напряжения выражаются в среднеквадратических значениях.

УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ — ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ

Основной функцией любого вида БРЭА является линейность усиления подводимых ко входу звуковых сигналов в широком интервале уровней. В любом варианте компоновки звуковой системы обязательно присутствует усилитель, и к нему предъявляются наиболее жесткие требования. В первую очередь это относится к автономным, предварительным и мощным УЗЧ. Для современного УЗЧ характерны такие значения основных параметров:

эффективный диапазон воспроизводимых частот	от 0 ... 20 Гц до 40 тыс. Гц
неравномерность АЧХ	±0,3 дБ
общие гармонические искажения	0,005 %
переходное затухание между стереоканалами	60 дБ
отношение сигнал-шум (взвешенный)	свыше 90 дБ

Реализация столь высоких требований обеспечивает устойчивую обработку звуковой информации с практически незаметными частотными и нелинейными искажениями, гарантируя тем самым воспроизведение программ, приближающееся к естественному.

Следует отметить, что более простые по схеме УЗЧ, встроенные в различные устройства, отличаются от автономных практически по всем параметрам и, как правило, не могут служить полноценным звеном звуковой системы, адекватным по параметрам другим компонентам. Вместе с тем и для таких УЗЧ также предусматриваются стандартные входные и выходные параметры, позволяющие по желанию потребителя включать их в систему с более высокой разрешающей способностью. Разрешающая способность системы в данном случае определяется ее свойствами не вносить заметных линейных и нелинейных, гармонических искажений, а также иметь достаточные запасы по уровню шума и фона.

Входные параметры УЗЧ

Основным универсальным входом предварительного или полного усилителя является *вход общего назначения*, который в отечественной практике часто называют линейным входом в отличие от входа с корректированной частотной характеристикой, например для подключения электромагнитных звукоснимателей, и других входов специфического назначения. Вход общего назначения рассчитывается на номинальную ЭДС, равную 0,5 В, развиваемую источниками сигнала. Такой вход предназначен для работы с любым источником, рассчитанным на этот уровень сигнала, и обеспечивает линейную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ).

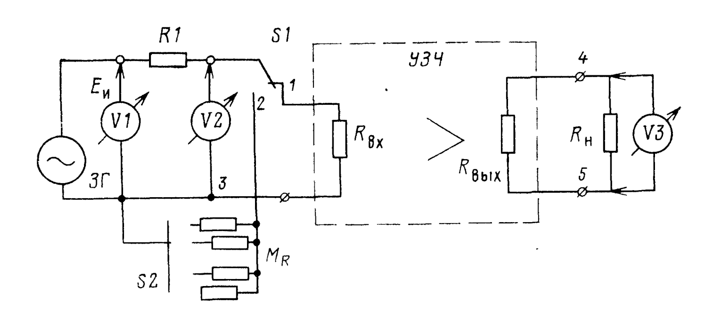


Рис. 3. Обобщенная схема для измерения входных и выходных параметров УЗЧ

Таблица 1. **Значения параметров входа общего назначения УЗЧ**

Параметр	Предпочтительное значение I	II	III
Номинальное сопротивление источника, кОм	22	10(4,7)	1
Входное сопротивление, кОм, не менее	220	47	10
Номинальная ЭДС источника, В	0,5		
Минимальная ЭДС источника, В	0,2		
ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2		2,8

Обобщенная схема для измерения входных и выходных параметров УЗЧ показана на рис. 3, а в табл. 1 приведены значения параметров линейного входа общего назначения УЗЧ, рекомендуемые МЭК для широкого использования в национальных стандартах и в международной практике. В таблице выделены три группы параметров. В 1960-х гг., когда преобладал выпуск аппаратуры на электровакуумных приборах и только начиналось освоение транзисторной техники, сопротивление линейного входа большинства УЗЧ составляло 0,5 ... 1 МОм, но не менее 220 кОм (I колонка). При этом номинальное выходное сопротивление источников принималось на порядок ниже и составляло 22 кОм.

В современных разработках сопротивление выхода источника не превышает 10 кОм (II колонка) и, как правило (для обеспечения необходимых запасов по шумам, помехозащищенности и др.), выбирается равным не более 4,7 кОм. Здесь так же, как и для группы I, рекомендуемые предельные входные сопротивления УЗЧ отличаются, по крайней мере, на порядок от номинальных сопротивлений источника. При таком соотношении практически исключается влияние входного сопротивления на выходные параметры источника.

В колонке III приведены входные параметры для перспективных моделей УЗЧ, рассчитанных на подключение источников с цифровой обработкой сигнала и аналоговыми выходами. Такие источники отличаются предельно высоким соотношением сигнал-шум и помехозащищенностью. Их выходное сопротивление составляет не более 1 кОм. Поэтому номинальное выходное сопротивление при оценке параметров усилителя устанавливается равным 1 кОм, как предельное значение, при котором гарантируются высокие параметры. Входное сопротивление УЗЧ также выбирается не менее чем на порядок выше номинального сопротивления источника.

Следует обратить внимание, что при цифровой обработке сигнала пиковые выходные напряжения источника (например, проигрывателя компакт-дисков) могут достигать значений 2 В+3 дБ. В этой связи ЭДС источника, при которой не должен перегружаться УЗЧ, должна составлять не менее 2,8 В.

Входное сопротивление $R_{вх}$ определяется как внутреннее сопротивление, измеренное между входными гнездами усилителя 1—3 при нормальных рабочих условиях.

Для измерения $R_{вх}$ обычно используется метод замещения (см. рис. 3). Переключатель S1 устанавливается в положение 1. Напряжение на входе УЗЧ измеряется вольтметром V2. Внутреннее сопротивление V2 должно не менее чем в 10 раз превышать измеряемое $R_{вх}$. Сопротивление последовательно включенного резистора должно быть одного порядка с $R_{вх}$. Далее переключатель S1 переводят в положение 2 и с помощью магазина резисторов M_R устанавливают по показаниям вольтметра V2 измеренное ранее значение входного напряжения. Сопротивление R_M при этом будет равно модулю полного входного сопротивления усилителя.

Минимальная ЭДС источника $E_{и\,min}$ характеризуется значением ЭДС, которая при подаче на вход УЗЧ через эквивалент сопротивления источника сигнала R1 обеспечивает номинальное выходное напряжение на сопротивлении нагрузки $R_н$ при положении ручного регулятора громкости или регулятора усиления, соответствующих максимальному усилению, а также при установке других регуляторов и переключателей в положения, соответствующие минимальной неравномерности АЧХ (см. рис. 3).

Изменяя уровень $E_и$, устанавливают заданное в НТД номинальное выходное напряжение усилителя. Полученное при этом значение $E_{и\,min}$ является значением минимальной ЭДС источника для конкретного типа УЗЧ. (Иногда эту величину называют чувствительностью усилителя.) Предпочтительное значение этого параметра должно составлять 0,2 В. Меньшее значение этой величины характеризует запас по усилению УЗЧ. Чрезмерное повышение чувствительности УЗЧ приводит к ухудшению многих параметров, а также к нежелательным явлениям, связанным с устойчивостью усиления и надежностью работы входных каскадов.

ЭДС источника при перегрузке определяется максимальной ЭДС источника входного сигнала $E_и$, которую выдерживает УЗЧ в нормальных условиях без превышения заданного в НТД значения общих гармонических искажений (при выходном напряжении на 10 дБ ниже номинального).

С помощью ручного регулятора громкости на выходе УЗЧ в точках 4—5 (см. рис. 3) устанавливают напряжение на 10 дБ ниже номинального. Значение $U_{вых}$ регистрируется вольтметром V3. Контроль за нарастанием уровня общих гармонических искажений на $R_н$ может выполняться с помощью осциллографа или измеряться измерителем нелинейных искажений, подключаемым также к точкам 4—5. Далее, поддерживая значение $U_{вых}$ на заданном уровне, уменьшают усиление с помощью регулятора уровня и одновременно повышают уровень ЭДС на входе до тех пор, пока общие гармонические искажения не достигнут заданного (предельно допустимого по НТД) значения или не начнут резко нарастать. Значение ЭДС на входе, при котором регистрируется резкое нарастание искажений на выходе усилителя, принимается как ЭДС источника, соответствующая перегрузке входных каскадов усилителя.

Таблица 2. **Параметры согласования предусилителя с усилителем мощности**

Предварительный УЗЧ		Усилитель мощности	
Выходной параметр	Предпочтительное значение	Входной параметр	Предпочтительное значение
Выходное сопротивление источника, кОм, не более	1	Номинальное сопротивление источника, кОм	1
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	10	Входное сопротивление, кОм, не менее	10
Номинальное выходное напряжение, В	1	—	—
Выходное напряжение, ограниченное искажениями, В, не менее	3	Минимальная ЭДС источника, В	1

При согласовании автономных предусилителей (ПУ) с усилителями мощности (УМ) следует учитывать ряд их входных и выходных параметров (табл. 2).

Для УМ, не имеющих регуляторов усиления. минимальная ЭДС источника практически является устанавливаемой величиной и идентична номинальной ЭДС источника. Усилитель мощности должен быть спроектирован так, чтобы при подведении к его входу минимальной (номинальной) ЭДС, равной 1 В, на его выходе получалось номинальное выходное напряжение (мощность), заданное НТД. Для обеспечения заданной линейности усилителя мощность обычно рассчитывают, учитывая возможность превышения номинального уровня неискаженной ЭДС на входе не менее чем на 10 дБ (≥3 В). В ряде случаев, когда УМ имеют оперативные органы регулировки усиления, уровень подводимых к ним ЭДС может быть значительно выше и может достигать 8...10 В. Особенно опасными в этом смысле являются схемы, когда регулировка усиления вводится по ряду причин после нерегулируемого каскада (например, схемы с операционным усилителем на входе).

Выходные параметры УЗЧ

Выходные параметры УЗЧ в зависимости от вида усилителя и его функционального назначения могут существенно различаться. Для ПУ выходные параметры в основном определяются оптимальным режимом согласования его с УМ, а для УМ — с акустической системой. В ПУ и полном УЗЧ широко используются выходы для стыковки с магнитофоном на запись. В любом из видов УЗЧ могут быть предусмотрены выходы для подключения головных телефонов, эквалайзеров, ревербераторов и других устройств специфического назначения.

Номинальное выходное напряжение ПУ при его согласовании с УМ принимается равным 1 В (см. табл. 2). Это напряжение должно обеспечиваться при подведении ко входу ПУ минимальной ЭДС источника, значение которой устанавливается в НТД на конкретный тип УЗЧ при регуляторе громкости, нахо-

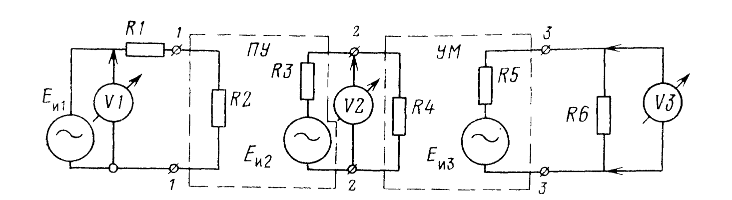


Рис. 4. Согласование предусилителя с усилителем мощности

дящемся в максимальном положении. Кроме этого выходного параметра в табл. 2 приведены предпочтительные значения номинального сопротивления нагрузки R4 (рис. 4) и выходного сопротивления источника R3, которое может быть измерено методом замещения, аналогично описанному ранее. В схеме согласования, показанной на рис. 4, за источник сигнала принимается ПУ, а нагрузкой является входное сопротивление усилителя мощности R4.

Выходное напряжение, ограниченное искажениями, характеризуется напряжением на номинальном эквиваленте нагрузки, при котором общие гармонические искажения достигают значения, заданного НТД.

Для предварительного УЗЧ — это напряжение, измеренное вольтметром V2 на резисторе R4 (см. рис. 4). При этом допускается возрастание общих гармонических искажений на порядок относительно номинального значения.

Для УМ напряжение, ограниченное искажениями, измеряется вольтметром V3 на резисторе нагрузки R6 при нарастании искажений до 1% (если в НТД не указано иное значение).

Методы измерения выходных напряжений ПУ мощного УЗЧ и полного УЗЧ не имеют принципиальных различий.

В зависимости от объекта измерений (рис. 4) генератор ЭДС источника $E_{и1}$ или $E_{и2}$ подключается к точкам 1—1 или 2—2. Электродвижущая сила источника регулируется так, чтобы выходное напряжение с заданным значением общих гармонических искажений обеспечивалось соответственно в точках 2—2 или 3—3 на резисторах R4 или R6. В качестве эквивалента номинального сопротивления источника используются соответственно значения R1 = R3 = = 1 кОм.

Практически в любом автономном усилителе кроме универсальных входов общего назначения предусматриваются входы для подключения различных типов звукоснимателей, микрофонов и других устройств. Для этих входов устанавливаются особые, только им присущие значения входных параметров. Эти параметры рассматриваются в последующих разделах, посвященных звукоснимателям и микрофонам.

Во многих вариантах звуковой системы широко используют эквалайзеры различных типов. Эти устройства позволяют с высокой точностью (до 0,1 ... ... 0,5 дБ) формировать АЧХ в зависимости от вкуса пользователя и интерьера помещения. Известны варианты систем, автоматически адаптирующихся к интерьеру помещения и с помощью процессора выбирающих оптимальную АЧХ.

Если звуковой процессор или эквалайзер рассчитаны на подключение между выходом ПУ и входом УМ, то его присоединительные параметры должны соответствовать параметрам, приведенным в табл. 2. Если же эти устройства подключаются на вход ПУ, то их выходные параметры должны удовлетворять параметрам входа общего назначения (см. табл. 1). Условия подключения этих устройств к усилителям обязательно оговариваются в НТД.

СОГЛАСОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПРОГРАММ С УСИЛИТЕЛЕМ

При различных вариантах компоновки звуковой системы в качестве источников программ (звуковых сигналов) могут использоваться различные радиотехнические устройства с преобразованным или усиленным сигналом на выходе. Это могут быть микрофоны, магнитные и лазерные звукосниматели, высокочастотные тюнеры, различные радиоприемные и телевизионные устройства. В качестве источников сигналов применяют аналоговые и цифровые магнитофонные панели (в режиме воспроизведения) и даже усилители как вторичные источники сигнала при коммутации выходов подключаемых источников.

Каждый вид источника сигнала характеризуется только ему присущими особенностями формирования входного сигнала, его преобразования и усиления. Но входные сигналы источника, как и выходные сопротивления, должны определяться по установленным международным правилам и в сочетании с входными характеристиками усилителя образовывать стандартную систему согласования компонентов звуковой системы.

Согласование микрофона и усилителя

В БРЭА используются в основном электродинамические, электретные и конденсаторные типы микрофонов. Наибольшее распространение для записи речевых и музыкальных программ на магнитную ленту получил электретный микрофон. Практически во всех видах носимых и переносных магнитофонов и магнитол компактный электретный микрофон встраивается в корпуса аппаратуры. В стереофонических устройствах применяется система из двух разнесенных на 500 ... 600 мм капсюлей. Типовая схема включения таких микрофонов показана на рис. 5.

Для встраиваемых микрофонов присоединительные параметры не регламентируются. Оптимизация режима согласования обеспечивается электрической регулировкой чувствительности или устройством автоматической регулировки уровня записи (АРУЗ). Входные и выходные параметры системы «внешний микрофон-усилитель» приведены в табл. 3. Для микрофонов бытового назначения предпочтительным в международной практике принято номинальное выходное сопротивление 600 Ом. В нашей стране в целях обеспечения устойчивых при массовом производстве технико-экономических характеристик выходные сопротивления микрофонов не превышают 200 Ом. С учетом этого устанавлива-

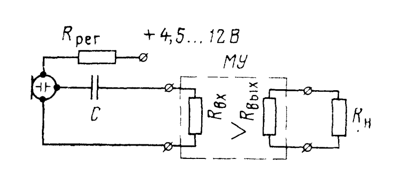


Рис. 5. Типовая схема подключения встроенных электретных микрофонов ($R_{рег}$ — резистор, регулирующий чувствительность капсюля микрофона; МУ — микрофонный усилитель; $R_{вх}=R_{вых}=1\ldots10$ кОм; $R_н\geqslant$ $\geqslant47$ кОм)

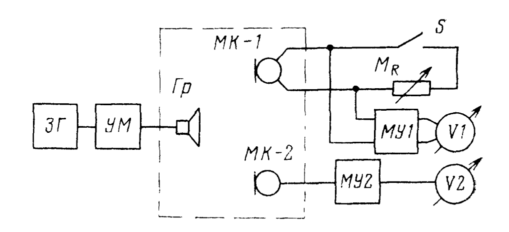


Рис. 6. Схема установки для измерений присоединительных параметров микрофона и микрофонного усилителя

ется соответствующий ряд предпочтительных значений стыковочных параметров системы «внешний микрофон — усилитель» (табл. 3, первая колонка слева).

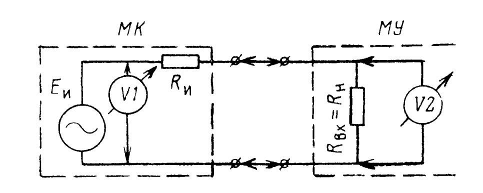
Измерения указанных в табл. 3 параметров микрофона могут быть выполнены различными методами. Одним из наиболее распространенных является электроакустический метод сравнения с эталоном. Схема установки для измерений приведена на рис. 6.

Здесь МК-1 — испытуемый микрофон, МК-2 — рабочий измерительный микрофон, МУ1 и МУ2 — микрофонные усилители.

Таблица 3. **Параметры согласования микрофона с микрофонным усилителем**

Выходной параметр микрофона (источника)	Входной параметр микрофонного усилителя	Предпочтительное значение: Электродинамические и электретные микрофоны			Предпочтительное значение: Конденсаторные микрофоны	
Номинальное выходное сопротивление, Ом	Номинальное сопротивление источника, Ом	200	600	2000	200	600
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	—	1	3	10	1	3
—	Входное сопротивление, кОм, не менее	1	3	10	1	3
Номинальное выходное напряжение, мВ	Номинальное ЭДС источника, мВ	0,2	0,35	0,6	1	2
—	Минимальная ЭДС источника, мВ	0,08	0,14	0,24	0,4	0,8
Максимальное выходное напряжение, мВ	ЭДС источника при перегрузке, мВ	20	35	60	—	—

Рис. 7. Согласование микрофона и микрофонного усилителя (МК — эквивалентная схема микрофона)



Звуковое давление р (в паскалях) в рабочей точке поля контролируется вольтметром и вычисляется по формуле

$$p=U/M_1k,$$

где U — показания вольтметра, мВ; M_1 — чувствительность рабочего измерительного микрофона (например, МК-2), мВ/Па; k — коэффициент усиления микрофонного усилителя МУ.

Максимальное выходное напряжение микрофона $U_{вых\,max}$ (см. табл. 3), измеренное на эквивалентном сопротивлении нагрузки $R_{вх}$ микрофонного усилителя (рис. 7), соответствует звуковому давлению в точке размещения микрофона 10 Па или 114 дБ относительно 20 мкПа. При этом принимается во внимание, что согласно рекомендациям МЭК чувствительность микрофона может превышать номинальное значение на 6 дБ. Однако для устранения перегрузок в экстремальных условиях, особенно для стационарной аппаратуры с сетевым питанием, представляется целесообразной проверка системы при $U_{вых\,max}$, значение которого на порядок выше указанных в табл. 3.

Номинальное выходное напряжение микрофона устанавливается под воздействием звукового давления, создаваемого измерительным громкоговорителем, т. е. 8 дБ относительно 20 мкПа. Для микрофонов ближнего действия номинальный выходной уровень устанавливается при звуковом давлении 3 Па (104 дБ относительно 20 мкПа). Для таких микрофонов устанавливаемые номинальные выходные напряжения должны превышать указанные в табл. 3 на 20 дБ.

Если номинальное выходное сопротивление микрофона, как источника сигнала, составляет 200 Ом, то сопротивление входа микрофонного усилителя должно быть не менее 1 кОм. Тогда все выходные параметры микрофона определяются при номинальном сопротивлении нагрузки 1 кОм. На рис. 7 это сопротивление показано как эквивалент входного сопротивления микрофонного УЗЧ. Здесь выходные параметры микрофона представлены как ЭДС источника $E_и$ с внутренним сопротивлением $R_и$. Предпочтительное значение $E_и$ и значение номинального напряжения на выходе микрофона $U_{вых,ном}$ в табл. 3 имеют одинаковые значения, что соответствует реальным условиям эксплуатации при заданных соотношениях входных сопротивлений микрофона и усилителя.

Если же входное сопротивление усилителя составляет, например, 1 кОм, а к этому входу подключен относительно высокоомный микрофон (например, с $R_и=2$ кОм), то на входе образуется делитель на 10 дБ, снижающий коэффициент передачи системы «внешний микрофон—усилитель» с некоторым ухудшением отношения сигнал-шум, что эквивалентно ухудшению реальной чувст-

вительности микрофона. Поэтому в инструкциях по эксплуатации на БРЭА обязательно указываются рекомендуемые к использованию типы микрофонов.

Минимальная ЭДС источника на входе микрофонного усилителя задается в целях регламентации его динамического диапазона (нижний предел) и должна соответствовать номинальному напряжению на выходе микрофонного усилителя. Электродвижущая сила источника при перегрузке соответствует верхнему значению сигнала на входе, определяющему динамический диапазон входных уровней. При указанных в табл. 3 значениях параметров общий коэффициент гармонических искажений при перегрузке может возрастать в 3—5 раз относительно номинального режима. Однако эти уровни не должны приводить к нарушению нормальной работы микрофонного преобразователя.

Для записи речевых и музыкальных программ обычно применяют микрофоны с электростатическим (конденсаторным) или электродинамическим принципом преобразования. Преобразователи микрофонов электростатического типа построены на основе плоского конденсатора, одна из обкладок которого неподвижна, а вторая, выполненная из тонкой пленки, является подвижной мембраной, воспроизводящей звуковые колебания. Для создания постоянного напряжения поляризации обкладок конденсатора используются внешние источники, или электреты. Преобразователи электродинамического типа конструктивно выполнены в виде звуковой катушки, прикрепленной к чувствительной пленочной диафрагме, воспринимающей звуковые колебания.

В микрофонах ближнего действия (они предназначены для работы от источника звука на расстоянии до 10 см) или ручных вводятся дополнительные средства защиты от ветра и системы амортизации.

Основные характеристики некоторых типов промышленных моделей отечественных микрофонов приведены в табл. 4.

Таблица 4. Основные характеристики некоторых типов микрофонов бытового назначения

Основная характеристика	Тип микрофона			
	МКЭ-3	МКЭ-9, МКЭ-9А	МД-282	МКЭ-211С
Номинальный диапазон частот, Гц	50 ... 16 т	50 ... 18 т	50 ... 16 т	50 ... 17 т
Принцип преобразования	Электретный	Электретный	Электродинамический, катушечный	Электретный
Чувствительность по свободному полю, на частоте 1000 Гц, мВ/Па, не менее	4	5	1,3	3
Модуль полного электрического сопротивления, Ом	3000	200±40	100±20	200±40
Напряжение питания, В	4,5±0,5	1,5	—	1,5
Габаритные размеры, мм	⌀13×21	⌀51×173	⌀37×178	⌀46×153
Масса, г, не более	8	270	250	220
Тип соединителя	—	ОНЦ-ВГ-2	ОНЦ-ВГ-2	ОНЦ-ВГ-4

МКЭ-33 — конденсаторный электретный микрофон предназначен для встраивания в кассетные магнитофоны и магнитолы. В комплект микрофона входят капсюль с электретной мембраной, предварительный УЗЧ, выполненный на микросхеме К513УЕ1А, и держатель для крепления микрофона.

МКЭ-9 и **МКЭ-9А** — конденсаторные электретные микрофоны относятся к устройствам ближнего действия. Микрофоны МКЭ-9 с симметричным выходом, МКЭ-9А с асимметричным выходом. В микрофонах используется капсюль с электретной мембраной и УЗЧ на микросхеме К153УЕ1Б. Усилитель звуковой частоты питается от встроенного элемента А316. Для обеспечения малой восприимчивости к воздушному потоку при работе на близком расстоянии микрофоны снабжены ветрозащитным экраном из травленого пенополиуретана. Типовая диаграмма направленности микрофона на частоте 1000 Гц показана на рис. 8.

МКЭ-211С — двухканальный микрофон, предназначенный для записи стереофонических программ. Микрофон состоит из двух конденсаторных электретных односторонне направленных капсюлей, размещенных друг над другом и развернутых под углом 180°. Питание и усилительный тракт микрофона аналогичны МКЭ-9. В связи с некоторыми эксплуатационными неудобствами стереофонические микрофоны имеют ограниченное применение.

МД-282 — катушечный микрофон с односторонней диаграммой направленности, с защитой от внешних электромагнитных полей.

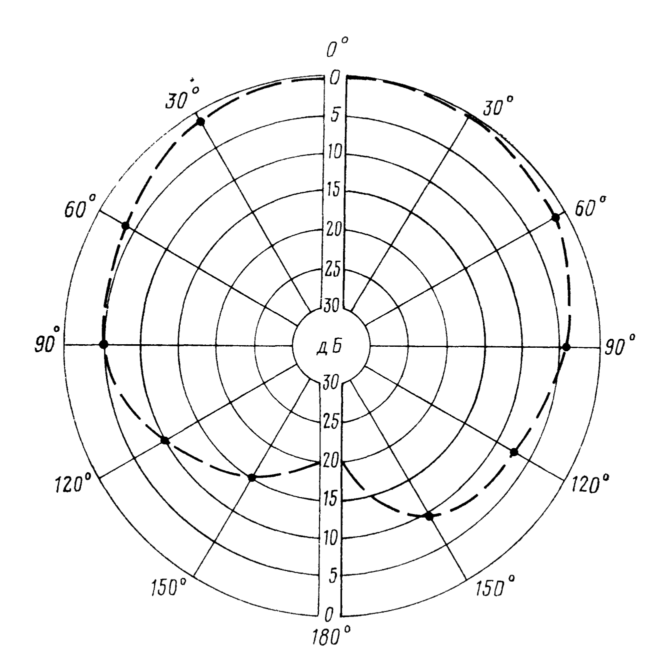


Рис. 8. Диаграмма направленности электретного микрофона ближнего действия

Все модели микрофонов для БРЭА имеют одностороннюю диаграмму направленности в виде кардиоиды с соотношением векторов фронт—тыл 15... ...20 дБ. Обычно в стереофонической аппаратуре используются два самостоятельных микрофона, что гарантирует лучшее разделение каналов и более естественное воспроизведение звуковой картины.

Согласование электропроигрывателей с усилителями

Современные устройства воспроизведения механической звукозаписи — электропроигрыватель (ЭП) — относятся к наиболее высококачественным источникам звуковых программ. Лучшие промышленные модели отечественных и зарубежных ЭП обеспечивают:

диапазон эффективно воспроизводимых частот 20 ... 20 000 Гц;

взвешенное отношение сигнал-рокот и сигнал-шум не менее 76 дБ;

взвешенный уровень детонации ниже 0,05%.

Выходные параметры ЭП (звукоснимателей) в основном определяются системой «грампластинка — головка звукоснимателя». Головки звукоснимателя по типу преобразования сигналов с грампластинок в электрические сигналы подразделяются на амплитудно-чувствительные и скоростно-чувствительные. Подавляющее число головок звукоснимателя выпускается в стереофоническом исполнении.

В табл. 5 приведены выходные параметры звукоснимателей с головками различного типа. Все напряжения и скорости указаны в среднеквадратических значениях на частоте 1000 Гц при угле записи 45°. В амплитудно-чувствительных звукоснимателях используются головки с пьезоэлектрическим преобразователем (ГЗП). В скоростно-чувствительных — преобразователи электромагнитного или магнитоэлектрического типа с подвижным или индуцированным магнитом или с переменным магнитным шунтом (ГЗМ-М). Кроме того, к этой группе звукоснимателей относятся электродинамические преобразователи с подвижными катушками (moving coil) ГЗМ-К.

Любой звукосниматель аналогового типа является системой с электромеханическим преобразованием. От конструктивного исполнения головки, тонарма, его балансировки, приведенной к игле массы, качества экранирующего провода во многом зависят выходные параметры во всем рабочем диапазоне частот.

Номинальные выходные напряжения устанавливаются при скорости записи измерительной грампластинки 7,1 см/с, а максимальные — при скорости записи 17,5 см/с на частотах 700 ... 3000 Гц (для ГЗМ) и частотах ниже 700 Гц (для ГЗП). Эти значения скоростей записи характерны для современных режимов записи. Зарубежная аппаратура звукозаписи способна обеспечить скорости до 30 ... 35 см/с и выше. Грампластинки с такими скоростями записи широко распространены на зарубежном рынке и все чаще появляются на прилавках наших магазинов. В этой связи при проектировании ГЗМ и корректирующих УЗЧ необходимо учитывать возможные превышения выходных уровней до 70 мВ (ГЗМ-М) и 5,6 мВ (ГЗМ-К) соответственно.

Звукосниматели с ГЗП обладают относительно высоким коэффициентом преобразования и при значениях чувствительности не хуже 70 ... 200 мВ·с/см

Таблица 5. **Параметры согласования ЭП с усилителем**

Звукосниматель				Усилитель			
Входной параметр звукоснимателя	Предпочтительное значение			Входной параметр усилителя для подключения звукоснимателя	Предпочтительное значение		
	ГЗП	ГЗМ-М	ГЗМ-К		ГЗП	ГЗМ-М	ГЗМ-К
Номинальное сопротивление, кОм	Устанавливается изготовителем в НТД			Номинальное сопротивление источника, кОм	По НТД	2,2	0,01
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	470	47 параллельно с 420 пФ	0,1	Входное сопротивление, кОм, не менее	470	47 параллельно с 220 пФ	0,1
Номинальное выходное напряжение, мВ	$5 \cdot 10^2$	5	0,3	Номинальная ЭДС источника, мВ	$5 \cdot 10^2$	5	0,3
—	—	—	—	Минимальная ЭДС источника, мВ	$2 \cdot 10^2$	2	0,12
Максимальное выходное напряжение	$2 \cdot 10^3$	70	5,6	ЭДС источника при перегрузке, мВ, не менее	$2 \cdot 10^3$	70	5,6

обеспечивают $U_{вых.ном}$=0,5 В на номинальном сопротивлении нагрузки 470 кОм. Эквивалентное выходное сопротивление таких звукоснимателей имеет емкостный характер и составляет 800 ... 1200 пФ. Поэтому за номинальное сопротивление источника при определении входных параметров УЗЧ часто принимается сопротивление 22 кОм (сопротивление емкостной составляющей на частоте 10 кГц). Для подключения таких звукоснимателей к УЗЧ вводится специальный высокоомный линейный вход. Входное сопротивление такого входа должно быть не менее 470 кОм для сохранения заданной линейности АЧХ в области нижних частот. Предпочтительные значения выходных параметров для звукоснимателей с ГЗМ-М установлены с учетом возможных изменений чувствительности от 0,7 до 2 мВ·с/см, а для звукоснимателей с подвижными катушками (ГЗМ-К) — от 0,04 до 0,16 мВ·с/см.

Если звукосниматели с ГЗП при выполнении всех условий согласования обеспечивают относительно линейную сквозную АЧХ и стандартный уровень звукового сигнала 0,5 В, то усилители с ГЗМ требуют введения дополнительного корректирующего усилителя с коэффициентом усиления $K_у \approx 10^2$ для ГЗМ-М и $K_у \approx 1{,}7 \cdot 10^3$ для ГЗМ-К на частоте 1000 Гц. Усилитель должен иметь на выходе линейную форму АЧХ и возможность подключения ко входу общего назначения (линейному входу УЗЧ). На рис. 9 приведены типовые частотные характеристики записи и воспроизведения звукоснимателей с ГЗМ. Из этих соотношений уровней и выбирается АЧХ корректирующего УЗЧ. Здесь же показаны значения постоянных времени для различных участков АЧХ. Как правило, корректирующие усилители встраиваются в автономные УЗЧ высоких групп сложности. При этом вводятся соответствующие нелинейные входы для ГЗМ-К. Для ГЗП используется стандартный вход общего назначения.

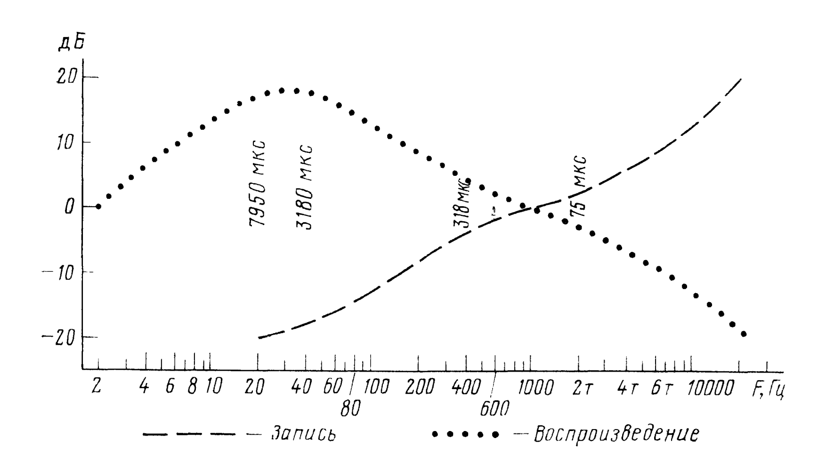


Рис. 9. Типовые частотные характеристики записи и воспроизведения звукоснимателей с ГЗМ

Таблица 6. **Входные емкости некоторых типов УЗЧ (вход для подключения звукоснимателей с ГЗМ-М)**

Фирма-изготовитель	Тип УЗЧ	Емкость, пФ
Acoustic Research	AR	150
Akai	AM-90	210
Audiolab	8000 A	35
Audiolab	8000 C	50
Audio Research	SP8/D70	50 (ламповый)
Counterpoint	SA7	110 (ламповый)
Croft	Micro	300 (ламповый)
Denon	PMA-707	300
Hitachi	HA-3	180
JVC	A-GX1	160
Linn	LK1	500
Luxman	LV-105	150 (гибридный)
Marant 2	PM-84	100
Musical Fidelity	MVT	60
NAD	3120	110
Onkyo	Integra A-8057	420
Perreaux	SA3/1850	130
Pioneer	A-77X	260
Sansui	AU-G30X	100
Sony	TA-AX320	235
Tandberd	300-BA	220
Yamaha	A-320	260

При формировании сквозных АЧХ и определении присоединительных параметров звукоснимателей (ЭП) и УЗЧ существенное значение имеют емкостные нагрузки входа и выхода стыкуемых компонентов.

В табл. 6 (по материалам зарубежной печати) приведены входные емкости некоторых типов промышленных УЗЧ. Из таблицы видно, что они колеблются от 50 до 500 пФ. Эти разбросы определяются рядом причин: во-первых, входными емкостями транзисторов или ламп, используемых в УЗЧ, во-вторых, монтажными емкостями входных коммутационных цепей, отличающихся разной сложностью, в-третьих, емкостью постоянного дополнительного конденсатора на входе для зашиты от высокочастотных помех и выравнивания АЧХ.

На рис. 10 показана обобщенная схема входной цепи усилителя для подключения электропроигрывателя с ГЗК-М. Здесь показаны все три емкостные составляющие входа $C_{вх}$, $C_{доп}$, $C_{монг}$. В целях надежной защиты от высокочастотной помехи на радиочастотах вход УЗЧ должен быть зашунтирован емкостью около 220 пФ, включая емкости $C_{вх}$ и $C_{монт}$, значение которых колеблется в пределах 40 ... 100 пФ. Именно такие суммарные емкости усилителя рекомендованы МЭК для типовых измерений АЧХ усилителя при стыковке с ЭП. В усилителях, где емкость входа превышает указанные значения, могут наблюдаться чрезмерные западания частотных характеристик в области верхних частот. Для таких УЗЧ, как правило, в НТД указывают предпочтительные типы ЭП с малыми выходными емкостями (не более 100 пФ).

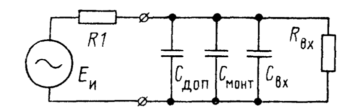


Рис. 10. Эквивалентная схема согласования ГЗМ-М со входом усилителя

Рис. 11. Схема измерения входных параметров усилителя

Однако, как показывает практика, и для промышленных моделей ЭПУ характерен существенный разброс выходных емкостей. Так, для наиболее характерных типов ЭПУ зарубежного производства, приведенных в табл. 7, разброс емкостей составляет до 4 раз. Это связано и с конструктивными особенностями различных типов ЭПУ, и с наличием или отсутствием дополнительного конденсатора для корректировки АЧХ по верхним частотам.

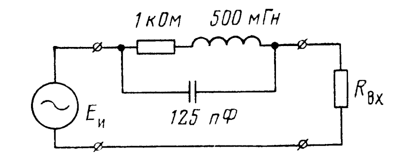
Эквивалентная схема согласования ЭПУ с ГЗМ-М со входом усилителя показана на рис. 11. Здесь C_0 — суммарная входная емкость усилителя ($C_{доп}+$ $+C_{монт}+C_{вх}$); C_1 — выходная емкость проигрывателя (80 ... 120 пФ); C_2 — емкость соединительного кабеля (около 100 пФ), $C_к$ — дополнительная емкость корректировки АЧХ (0 ... 100 пФ).

К выходным зажимам этой схемы на сопротивление $R_{вх}$, эквивалентное входному сопротивлению усилителя, может быть подключен вольтметр или из-

Таблица 7. **Выходные емкости некоторых типов электропроигрывающих устройств**

Фирма-изготовитель	Тип электропроигрывающего устройства	Емкость, пФ
Luxman	PD284	120
Denon	DP21	90
Technics	SLQX200	110
Trio	KD21R	280
NAD	5120	180
Pioneer	PL640	160
Bang & Olufsen	1800	220
JVC	LA100	310
Dual	CS514	180
Sansui	PD300	110
Akai	APD2	180
JVC	LL1	100
Akai	APM7	200
Bang & Olufsen	RX	200
Sansui	SR222/4	80
Dual	CS505/1	180
Tensai	TD5400	120
Yamaha	P300	110
Sony	PSLX22B	90
Aiwa	PX30	160

Рис. 12. Эквивалентная схема типового звукоснимателя с ГЗМ-М



меритель частотных характеристик (ИЧХ) для измерения частотно-независимых параметров ЭПУ.

Для измерений параметров корректирующего входа при подключении звукоснимателя используются традиционные методы. В качестве ЭДС источника $E_и$ (рис. 10) используется генератор звуковых сигналов ГЗ, внутреннее сопротивление которого входит составной частью в сопротивление R1, представляющее эквивалентное сопротивление источника. С достаточной для практики точностью измерений номинальное сопротивление источника установлено 2,2 кОм — для ГЗМ-М и 100 Ом — для ГЗМ-К.

Следует заметить, что эквивалентное сопротивление источника, и в первую очередь для ГЗМ-М, имеет комплексный характер с индуктивной составляющей. Ряд зарубежных фирм в этой связи рекомендует, например, проводить измерения соотношения сигнал-шум с эквивалентной цепью, показанной на рис. 12. Эти рекомендации закреплены, в частности, в национальном стандарте США RS-490 [7].

Тюнеры

Среди всех видов РПУ тюнеры занимают особое место прежде всего из-за высокого уровня электрических параметров. Именно поэтому в СТМЭК 268-15 тюнеры введены в качестве компонента звуковой системы.

Согласно принятой терминологии, тюнером называют устройство, предназначенное для радиоприема и преобразования высокочастотных сигналов радиовещания в сигналы звуковой частоты. Как правило, тюнеры имеют предельно технически достижимые параметры и рассчитаны на использование любителями музыки с взыскательными запросами по качеству звучания. Так как такое качество может быть обеспечено в диапазоне УКВ и в стереофоническом режиме, современные тюнеры часто выпускаются только с трактом ЧМ. Тем не менее и у нас в стране, и за рубежом в некоторых модификациях тюнеров вводится тракт АМ с самым разнообразным составом диапазонов. Чаще всего это диапазон средних волн (СВ), но могут выпускаться и всеволновые тюнеры, а также тюнеры с любыми вариациями состава диапазонов.

При этом если в диапазоне СВ в режиме «Местный прием» еще может быть обеспечено удовлетворительное качество воспроизведения музыкальных программ, то радиоприем в остальных диапазонах рассчитан в основном на речевое вещание.

Типовая структурная схема всеволнового тюнера показана на рис. 13.

В табл. 8 приведены уточненные границы диапазонов частот, отведенные для радиовещания в различных регионах мира [8].

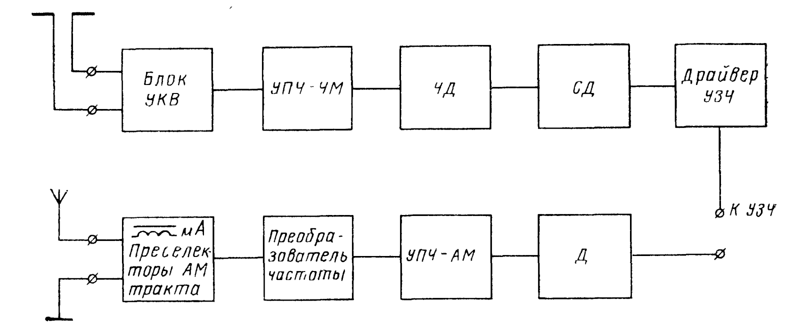


Рис. 13. Структурная схема всеволнового тюнера (УПЧ-ЧМ — усилитель промежуточной частоты тракта; УПЧ-АМ — то же в тракте АМ; ЧД — частотный детектор; СД — стереодекодер; драйвер УЗЧ — каскад предварительного УЗЧ; МА — магнитная антенна; Д — детектор АМ)

В СНГ радиоприем радиовещательных (РВ) станций осуществляется в одном или нескольких диапазонах частот (волн), приведенных в табл. 9. В таблицу также введены рекомендуемые для измерительной практики предпочтительные частоты. Диапазон УКВ2 — резервный, и его использование будет определено в 1993—1995 гг. Диапазон СВ для удобства настройки иногда разби-

Таблица 8. **Диапазоны частот радиовещания, установленные Международным регламентом радиосвязи (г. Женева, 1980 г.)**

Диапазон	Границы диапазонов	
	Частота, МГц	Длина волны, м
Тракт АМ	0,15 ... 0,285	2000 ... 1053
ДВ	0,525 ... 1,605	571 ... 187
СВ	3,95 ... 4	75,9 ... 75
КВ (75 м)	4,75 ... 4,995	63,16 ... 60,06
Тропический	5,005 ... 5,06	59,94 ... 59,29
диапазон	5,95 ... 6,2	50,42 ... 48,39
49 м	7,1 ... 7,3	42,25 ... 41,09
41 м	9,5 ... 9,9	31,58 ... 30,3
31 м	11,65 ... 12,05	25,75 ... 25,9
25 м	13,6 ... 13,8	22,06 ... 21,74
22 м	15,1 ... 15,6	19,87 ... 19,23
19 м	17,55 ... 17,9	17,09 ... 16,76
16 м	21,45 ... 21,85	13,99 ... 13,73
13 м	25,67 ... 26,1	11,69 ... 11,49
11 м		
Тракт ЧМ		
УКВ I	41 ... 68	7,32 ... 4,41
II	87,5 ... 108	3,43 ... 2,78
III	174 ... 216	1,72 ... 1,39
IV	470 ... 960	0,64 ... 0,31

Таблица 9. **Диапазоны частот (волн) для радиоприемных устройств, выпускаемых в ССГ**

Диапазон	Границы диапазонов		Предпочтительная частота для измерений, МГц
	частот, МГц	длин волн, м	
ДВ	0,1485...0,2835	2020,2...1058,2	0,16
СВ	0,5265...1,6065	569,8...186,7	0,25 0,56 1 1,4
КВ	3,95...12,1	75,9...24,8	4 7,2 11,8
УКВ1	65,8...74	4,56...4,05	69
УКВ2	100...108	3...2,78	104

вается на два поддиапазона. С той же целью диапазон коротких волн (КВ) разбивается на несколько растянутых, например 49, 41, 31, 25 м, или полурастянутых поддиапазонов. Начиная с 1991 г. изготовителям радиоприемной аппаратуры предоставлено право вводить также поддиапазоны КВ ниже 25 м, включая 19, 16, 13 и 11 м. В этих диапазонах внутрисоюзное вещание практически не используется, а ряд зарубежных радиостанций ведут круглосуточные радиопередачи для СНГ. Могут быть также использованы отдельные диапазоны или фиксированные настройки на определенные отдельные частоты.

Известны три способа подведения высокочастотных сигналов ко входу тюнера.

Первый способ. Сигнал подводится через несимметричный ввод к входным цепям тракта АМ (ДВ, СВ и КВ диапазоны) от всеволновой антенны, эквивалент которой $Э_{АМ}$ показан на рис. 14.

Второй способ. Сигнал вводится через кабель, согласованный с сопротивлением антенны и входной цепью тюнера. В этом случае измерительный генератор стандартных сигналов с внутренним сопротивлением 75 Ом включается непосредственно ко входу тракта ЧМ тюнера (диапазон УКВ), как это показано в нижней части рис. 14.

Третий способ. Тюнер работает от встроенных антенн. В диапазонах ДВ и СВ это обычно магнитная (ферритовая) антенна. В диапазонах КВ — штыревая, значительно реже — магнитная. В УКВ диапазоне это встроенный диполь или однолучевая асимметричная антенна.

Современный усилительный тракт тюнера выполняется на дискретных транзисторах или микросхемах с различной степенью интеграции. Как правило, чем лучше электрические характеристики трактов, тем ниже степень интеграции микросхемы. В ряде тюнеров используются совмещенные схемы УПЧ для АМ—ЧМ тракта. Независимо от структурной схемы они должны быть спроектированы таким образом, чтобы при значительном разбросе уровней входных вы-

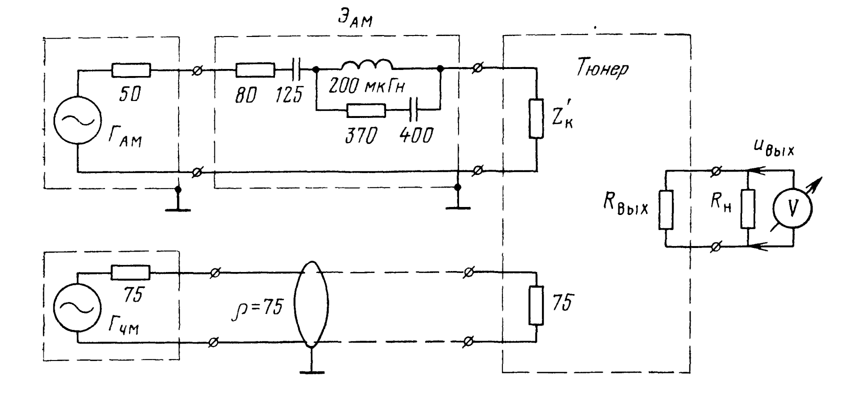


Рис. 14. Схема измерений выходных параметров тюнера ($Г_{АМ}$ и $Г_{ЧМ}$ — генераторы стандартных сигналов АМ и ЧМ; $Э_{АМ}$ — всеволновый эквивалент антенны АМ тракта; ρ — волновое сопротивление соединительного кабеля; $Z'_к$ — эквивалентное сопротивление входной цепи, приведенное ко входу)

сокочастотных сигналов на выходе тюнера обеспечивался заданный уровень выходного сигнала на эквиваленте типовой нагрузки $R_н$.

В табл 10 приведены принятые в международной практике значения выходных параметров тюнера в любом диапазоне принимаемых частот.

В современном усилителе универсальный линейный вход рассчитан на подключение аппаратуры как с аналоговой, так и цифровой обработкой сигнала, обеспечивающей значение отношения сигнал-шум выше 90 дБ, широкий частотный диапазон и высокую помехозащищенность. С учетом этого выходное сопротивление тюнера $R_{вых}$ (см. рис. 14) не должно превышать 1 кОм при входном сопротивлении УЗЧ (сопротивлении нагрузки $R_н$) 10 кОм (колонка III, табл. 10). Однако в тюнерах, выпускаемых в начале 1980-х гг. согласно стандарту МЭК 268-15 выходные сопротивления устанавливались до 10 кОм при $R_н=47$ кОм (колонка II, табл. 10). Практически же значение $R_{вых}$ составляет

Таблица 10. **Выходные параметры тюнера**

Параметр	Предпочтительное значение		
	I	II	III
Выходное сопротивление источника, кОм, не более	22	10(4,7)	1
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	220	47	10
Номинальное выходное напряжение, В		0,5	
Минимальное выходное напряжение, В		0,2	
Максимальное выходное напряжение, В		2	

не более 4,7 кОм и в последних моделях, так как наиболее полно удовлетворяет возрастающим электрическим требованиям к сквозному тракту звуковых систем.

В колонке I табл. 10 приведены значения $R_{вых}$ и $R_н$ для аппаратуры переходного периода от ламповых схем к транзисторным. Характерно, что, несмотря на значительное изменение входных и выходных сопротивлений, международные требования на выходные уровни напряжений остались без изменений.

Обеспечивая стыковку аппаратуры по уровням выходных и входных сигналов, заводы-изготовители обычно предупреждают пользователей звуковых систем в руководствах по эксплуатации, что УЗЧ с номинальными входными сопротивлениями 220 кОм и даже 47 кОм будут заметно уступать УЗЧ с входным сопротивлением 10 кОм, характерным для усилителей выпуска последних лет.

Рассмотрим условия обеспечения заданных выходных уровней напряжения при подведении высокочастотных сигналов ко входам тюнера.

Входные параметры тракта АМ. При эксплуатации тюнера входной высокочастотный сигнал тракта АМ может изменяться от десятков микровольт до сотен милливольт. Глубина модуляции несущей ограничивается на передающих станциях до 80 ... 90% во избежание резкого нарастания нелинейных искажений за счет перемодуляции.

Для сохранения постоянства выходного сигнала и предотвращения перегрузки каскадов тюнера применяется автоматическая регулировка усиления (АРУ). Обычно в транзисторных каскадах АРУ осуществляется путем подачи постоянной составляющей напряжения детектора в точки между базой и общим проводом регулируемого каскада. Широкое применение в каскадах на транзисторах и микросхемах получили так называемые «эстафетные» АРУ. Для того чтобы при малых уровнях сигнала на входе значение отношения сигнал-шум возрастало пропорционально росту сигнала, широко используются задержанные АРУ. В реальных трактах АМ действие АРУ начинается при уровнях входного сигнала, на 10 ... 20% превышающих реальную чувствительность. При изменениях уровня сигнала на входе на 46 ... 60 дБ выходное напряжение тюнера изменяется не более чем в 2—3 раза. Во избежание возникновения нелинейных искажений необходимо, чтобы уровень сигнала, подводимого к управляемым элементам устройства, не превышал заданного значения. Особенно в неблагоприятных условиях работают первые регулируемые каскады тракта. Для их защиты на входе тракта вводятся потенциометрические каскады на оптронах, pin-диодах или полевых транзисторах. Такие каскады обеспечивают надежную линейную регулировку усиления тракта при входных сигналах до вольта и выше.

Международной нормой номинального выходного напряжения на внешней нагрузке $R_н$ является уровень 0,5 В. Это значение должно обеспечиваться при ЭДС генератора $E_{ГАМ}=1$ мВ и глубине модуляции 80%. Структурная схема включения генератора стандартных сигналов $Г_{АМ}$ показана на рис. 14. В связи с тем что тюнеры, как правило, не имеют регулировок выходных уровней, принципиальная схема тюнера, его схема АРУ должны быть рассчитаны так,

чтобы выполнялось заданное предпочтительное значение номинального выходного напряжения с разбросом уровней не более ±0,1 В.

Минимальное выходное напряжение характеризует способность тюнера воспроизводить уровни сигнала с предельным для удовлетворительного качества звучания значением отношения сигнал-шум на входе усилителя (26 дБ) и глубине модуляции (30%). При уровнях высокочастотных сигналов на 2—3 порядка выше номинального уровня 1 мВ и предельной глубине модуляции 90% максимальное выходное напряжение не должно превышать 2 В. В этом режиме контролируются перегрузочные способности тракта АМ и уровни возможных перегрузок подключаемых к тюнеру входных каналов УЗЧ.

В основном эти условия формирования входных сигналов относятся к диапазонам СВ и ДВ и все измерения выходных уровней производятся на несущей частоте 1 МГц. Для всеволновых тюнеров эквивалент антенны в диапазонах КВ может быть представлен в виде активного сопротивления 400 Ом. Номинальные значения параметров всеволнового эквивалента антенны тракта АМ, при которых устанавливается номинальный выходной уровень или измеряются выходные уровни, приведены в верхней части рис. 14.

Входные параметры тракта ЧМ. По сравнению с работой тюнера в диапазоне тракта АМ радиоприем в диапазоне УКВ существенно отличается высоким качеством воспроизведения и повышенной помехоустойчивостью. Высокая естественность воспроизведения музыкальных программ особенно заметна при стереофонических передачах. Именно поэтому преимущественное развитие во всем мире получает радиоприемная аппаратура со стереофоническим трактом: от высококлассных УКВ тюнеров до портативных стереофонических магнитол и плейеров.

Структурная схема тракта ЧМ тюнера показана на верхней части рис. 13. Входной сигнал от внешней антенны, настроенной на среднюю частоту диапазона и согласованной по волновому сопротивлению 75 Ом со входом тюнера, подводится к блоку УКВ. В блоке УКВ совмещаются n-каскадный преселектор и преобразователь частоты. Именно эти входные каскады тракта определяют чувствительность тюнера, а также его избирательность по зеркальному и побочным каналам приема. В значительной степени блок УКВ определяет устойчивость тракта к перекрестным искажениям. В высококачественных тюнерах никогда не используется встроенная антенна, так как при уверенном радиоприеме стереофонических программ должны отсутствовать фазовые и гармонические искажения сигнала из-за воздействия отраженных сигналов. Эти условия могут выполняться только при использовании настроенных и правильно ориентированных наружных антенн.

На выходе блока УКВ формируется сигнал промежуточной частоты. Каскады тракта УПЧ определяют избирательность тракта по соседнему каналу и подавляют сопутствующую АМ. Сигналы ПЧ, усиленные до уровня сотен милливольт, поступают на вход частотного детектора, который выполняет функцию демодуляции и выделения на нагрузке сигналов звуковой частоты. При монофоническом сигнале это звуковой сигнал. При стереофоническом сигнале это комплексный стереосигнал (КСС). Для выделения из КСС звуковых сигналов правого и

левого каналов используется стереодекодер СД. Для обеспечения требуемого номинального выходного уровня в тракт вводится предварительный УЗЧ, в функции которого также входит буферная защита СД и ЧД от обратного влияния основного УЗЧ.

Благодаря особенностям частотного детектирования, эффективной системе раннего ограничения и АРУ на выходе тракта ЧМ относительно просто устанавливать заданный номинальный уровень напряжения $U_{вых}$. Современные схемы построения входных каскадов тракта позволяют получать чувствительность в монофоническом режиме 0,5...1 мкВ при отношении сигнал-шум 26 дБ и девиации частоты 40 кГц.

С учетом разрешающей способности тракта ЧМ усиление и режимы автоматических регулировок уровня выбираются таким образом; чтобы заданный уровень выходного напряжения $U_{вых.ном}$ обеспечивался при сигнале на антенном входе тюнера 40 дБ (пВт) или 0,86 мВ при сопротивлении $r_А=75$ Ом и девиации частоты 40 кГц (при максимальной девиации частоты $\Delta f_{max}=75$ кГц) и 26,5 кГц (при $\Delta f_{max}=50$ кГц). Естественно, что при этом уровне входного сигнала отношение сигнал-шум значительно превышает номинальный уровень 26 дБ.

Установленное в табл. 10 минимальное значение выходного сигнала тракта ЧМ характеризует случай предельных по минимуму значений входных сигналов при отношении сигнал-шум 26 дБ и девиации частоты 22,5 кГц (при $\Delta f_{max}=$ $=75$ кГц) и 15 кГц (при $\Delta f_{max}=50$ кГц), при котором гарантируется удовлетворительное качество приема и воспроизведения.

Заданное значение $U_{вых\,max}$ является предельным с точки зрения возможных перегрузок входных каскадов внешних УЗЧ. При правильно выбранной системе раннего ограничения и АРУ, как правило, значение $U_{вых\,max}$ не превышает 1 В при входных уровнях 100...200 мВ и максимальных девиациях частоты, что вполне удовлетворяет установленной международной норме по максимальному выходному напряжению 2 В.

Работа тюнера на встроенные антенны. В ряде моделей тюнеров, помимо входов для трактов АМ—ЧМ, применяются встроенные антенны. Для приема в диапазонах КВ наиболее часто используются встроенные антенны телескопического типа. Значительно реже применяются рамочные или ферритовые антенны. В диапазоне УКВ для этих целей применяют настроенные симметричные диполи и однолучевые антенны, выполняемые также в виде телескопических конструкций.

В качестве встроенных антенн в диапазонах ДВ и СВ широко используются магнитные системы, эффективность которых в основном определяется геометрическими размерами ферритовых стержней. Антенны этого типа обычно монтируют внутри корпуса аппаратуры. Они не могут оперативно изменять пространственную диаграмму направленности. Вместе с тем известны системы, размешаемые снаружи на шарнирах, что дает возможность выбирать оптимальные условия отстройки от нежелательных сигналов.

При подведении сигнала ко входам трактов АМ—ЧМ на выходе тюнера естественно должны обеспечиваться те же уровни напряжений, которые установлены для работы от внешних антенн.

Для КВ телескопических антенн измерительный сигнал от ГСС—АМ рекомендуется подводить через цепь последовательно включенных резистора сопротивлением 80 Ом и конденсатора емкостью 5...7 пФ. Это позволяет осуществлять качественный прием РПУ с объемом корпуса 6...8 дм^3 при длине антенны 900 мм. Антенна должна находится в сложенном нерабочем состоянии или отключена. При встроенном диполе сигнал подводится от ГСС УКВ [4].

С достаточной для практики точностью при измерениях на одной рабочей частоте 7 МГц (тракт АМ) или 69 МГЦ (тракт ЧМ 65,8...74 МГц) и 98 МГц (тракт ЧМ 88...108 МГц) уровни входных высокочастотных сигналов, значения модуляции и девиации частоты, а также отношение сигнал-шум могут быть приняты такими же, как при измерениях с гнезд внешней антенны.

При проведении измерений в аппаратуре с ферритовой антенной входным сигналом является стандартное электромагнитное поле, создаваемое одной или двумя излучающими рамками и подключенных к ней генератором. Параметры таких генераторов поля приводятся, например, в Публикации МЭК 315-3.

Для обеспечения заданного $U_{вых.ном}$ напряженность поля должна составлять 5...6 мВ/м. Глубина модуляции 80 %. Несущая частота 1 МГц. Заданный уровень $U_{вых.min}$ должен достигаться при уровне напряженности поля, соответствующем отношению сигнал-шум на выходе 26 дБ. Значение $U_{вых\,max}$ проверяется при предельно возможных уровнях поля, создаваемых генератором поля (с $U_{вых}$ ГСС не менее 1 В) и глубине модуляции 90 %.

Работа от встроенных антенн наиболее характерна для переносной и носимой радиоприемной аппаратуры. Следует еще раз подчеркнуть, что высококачественный прием в тюнере может быть гарантирован только при хорошей внешней антенне [3]. Тюнер, предназначенный для высококачественного приема стереофонических передач, определен по международным нормам как один из источников. сигналов звуковой системы.

Согласование магнитофонов с усилителем в режиме воспроизведения

Магнитофон, как источник программ, является наиболее распространенным компонентом звуковой системы. Магнитофонные блоки (панели), включающие в себя лентопротяжные механизмы (ЛПМ), тракты записи и воспроизведения и устройства управления, могут входить составной частьюв однокорпусные магнитофоны, магнитолы, магниторадиолы, магнитоэлектрофоны, а также использоваться в качестве ПЗУ для ПЭВМ.

В режиме воспроизведения магнитофон (или диктофон, являющийся одной из разновидностей магнитофона) встроенный или автономный магнитофонный блок должен иметь выходные параметры, значения которых приведены в табл. 11. Указанные значения параметров, так же как аналогичные значения для пьезоэлектрических звукоснимателей и тюнеров, являются параметрами стыковки со входом УЗЧ общего назначения (линейным входом).

Выходные параметры стыковки с внешним УЗЧ определяются при сопротивлении источника (магнитофона) $R_и \leqslant 10$ кОм (рис. 15) и $R_н = 47$ кОм. Следует

Таблица 11. **Выходные параметры магнитофона в режиме воспроизведения**

Параметр	Предпочтительное значение
Выходное сопротивление источника, кОм, не более	10
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	47
Номинальное выходное напряжение, В	0,5
Максимальное выходное напряжение, В	2

также учитывать, что многие современные усилители могут иметь входное сопротивление значительно ниже, чем указанное значение $R_н$, и достигать 10 кОм и ниже. Это характерно для автономных УЗЧ и для усилителей, встроенных в другие комплексы, в том числе в магнитофоны (режим перезаписи с другого магнитофона). Уменьшением входного сопротивления решается вопрос обеспечения улучшенных отношений сигнал-шум+фон. Эти входы в принципе рассчитаны на подключение магнитофонов с $R_н \leqslant 1$ кОм. Заданные значения выходных напряжений магнитофона должны обеспечиваться при воспроизведении сигналограмм стандартной измерительной ленты [5, 6].

СОГЛАСОВАНИЕ МАГНИТОФОНОВ С УЗЧ В РЕЖИМЕ ЗАПИСИ

Подавляющее большинство магнитофонных устройств кроме функции воспроизведения фонограмм с магнитной ленты имеет один или несколько входов для записи программ. И лишь в отдельных случаях магнитофон является только проигрывателем записей (например, плейеры, некоторые типы простейших магнитол).

Типовыми входами магнитофонного устройства в режиме записи являются входы для подключения: внешнего микрофона; радиовещательного приемника, телевизора или тюнера, приемника проводного вещания; звукоснимателя (электропроигрывателя); радиотрансляционной линии. Схема подключений этих источников ко входу магнитофона показана на рис. 16.

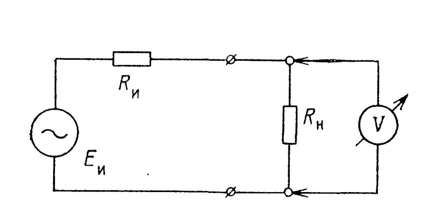


Рис. 15. Схема измерений выходных параметров магнитофона в режиме воспроизведения

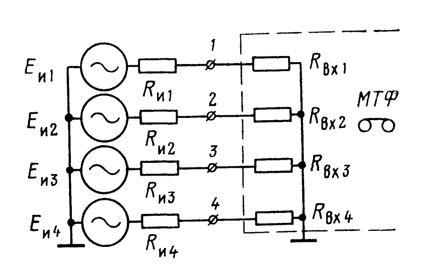


Рис. 16. Схема подключения источников сигнала ко входам магнитофона в режиме записи

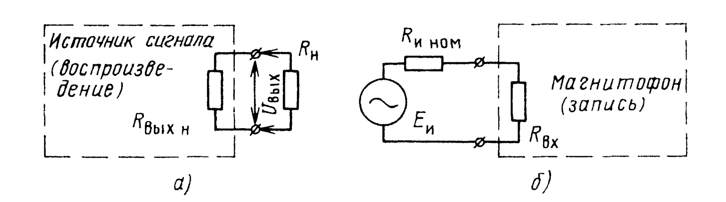


Рис. 17. Согласование внешних источников (в том числе магнитофона) и магнитофона в режиме записи по току

При подключении микрофона номинальная ЭДС источника $E_{и1}=0{,}2$ мВ, номинальное сопротивление источника $R_{и1}=200$ Ом, входное сопротивление $R_{вх1} \geqslant \geqslant 1$ кОм.

При подключении проигрывателя (для ГЗМ и ГЗК после корректирующего усилителя), тюнера, многопрограммного приемника, цифрового и аналогового магнитофона, электрофона, УЗЧ и различных комбинированных устройств: $E_{и2}= =0{,}5$ В, $R_{и2}=1\ldots10$ кОм, $R_{вх2} \geqslant 10$ кОм.

При подключении высокочастотных устройств (радиоприемных и телевизионных): $E_{и3} \approx 10$ мВ (токовый режим $I_и=0{,}5$ мкА), $R_{и3}=150$ кОм, $R_{вх3} \leqslant 47$ кОм.

Для трансляционной линии $E_{и4}=24\ldots30$ В, $R_{и4}=600$ Ом, $R_{вх4} \geqslant 10$ кОм.

Условия согласования внешнего микрофона и звукоснимателя с усилителем записи магнитофона рассмотрены ранее.

При согласовании внешних источников программ с линейным выходом различают два режима, условно называем их «по току» и «по напряжению». Выходные параметры в этих случаях обеспечиваются либо встроенным усилителем, либо непосредственно цепью детектора высокочастотного устройства. Условия согласования источника, близкие к режиму генератора тока, обеспечивают при прочих равных условиях более выгодные соотношения выходных и входных уровней.

На рис. 17,*а* показана схема согласования источника сигнала со входом магнитофона по току. Параметры источника сигнала: $R_н=47$ кОм, $R_{вых.и} \geqslant 150$ кОм, $I_{вых\ ном}=U_{вых}/R_н=0{,}5$ мкА, $I_{вых\ min} \geqslant 0{,}2$ мкА, $I_{вых\ max} \leqslant 2$ мкА. Параметры магнитофона в режиме записи (рис. 17,*б*): $R_{вх} \leqslant 47$ кОм, $R_{и\ ном}=150$ кОм, $I_{ном.ист}= =E_н/(R_{и.ном}R_{вх})=0{,}5$ мкА, $I_{вх\ min} \leqslant 0{,}2$ мкА, $I_{вх\ max} \geqslant 2$ мкА. При номинальном выходном токе источника 0,5 мкА и значениях $R_и=150$ кОм и $R_{вх} \leqslant 47$ кОм номинальное напряжение на входе магнитофона составит 23,5 мВ, а минимальное — 9,4 мВ. С учетом того, что вход по току обладает более высокой чувствительностью, чем вход общего назначения по напряжению, он часто используется для подключения выхода детектора транзисторных приемников, телевизоров и других источников, где по тем или иным причинам трудно обеспечить стандартный уровень $U_{вых}=0{,}5$ В. Иногда для этих целей используют высокочувствительный вход для подключения микрофона.

Однако в последние годы токовый режим все реже используется в мировой практике вследствие ряда присущих ему недостатков, прежде всего связанных с необходимостью иметь большое выходное сопротивление источника, улучшен-

Таблица 12. **Предпочтительные значения параметров входа общего назначения магнитофона в режиме записи от источников с линейным выходом**

Обозначение по рис. 16	Вход общего назначения магнитофона	Предпочтительное значение	
		I	II
$R_{и2}$	Номинальное сопротивление источника, кОм	10	1
$R_{вх2}$	Входное сопротивление, кОм, не менее	47	10
$E_{и2\ ном}$	Номинальная ЭДС источника, В	0,5	0,5
$E_{и2\ min}$	Минимальная ЭДС источника для получения номинального уровня записи, В	0,2	0,2
$E_{и2\ пер}$	ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2	2,8

ную экранировку кабеля, а также с необходимостью введения дополнительных входов. В этой связи в 1989 г. в действующую Публикацию МЭК 268-15 введена поправка о нецелесообразности применения в новых разработках БРЭА входов и выходов по току. В СНГ во всех новых разработках начиная с 1990 г. токовый режим согласования исключен.

Вход магнитофонных устройств по напряжению всегда являлся предпочтительным, и в первую очередь для систем Hi-Fi. В последние годы все большее распространение получают устройства с цифровой обработкой сигнала. Цифровые магнитофоны с аналоговым выходом обеспечивают отношение сигнал-шум не менее 96 дБ. В табл. 12 приведены предпочтительные значения присоединительных параметров при согласовании различных источников программ со входом магнитофона. Значения параметров, указанных в колонке I, характерны для многих видов аппаратуры, выпускаемой в настоящее время. При согласовании с цифровым магнитофоном приведенные сопротивления и ЭДС источника при перегрузке могут неблагоприятно сказываться на шум-факторе и динамическом диапазоне сквозного тракта.

В колонке II приведены предпочтительные значения входных параметров для новых разработок магнитофонной техники, обеспечивающих улучшенное отношение сигнал-шум. Это могут быть аналоговые устройства или цифровые магнитофоны с аналоговым выходом. Стыковка таких магнитофонов с источниками, выпускаемыми в настоящее время (колонка I), практически не скажется на остальных параметрах, кроме уровня входного сигнала.

Выходные параметры усилителя или других видов БРЭА, например источников сигнала для записи на магнитофоне, имеющих номинальный выходной уровень 0,5 В и необходимые условия его обеспечения, были приведены ранее. Так, если источником сигнала является магнитофон, номинальный уровень 0,5 В должен обеспечиваться при воспроизведении сигналограммы стандартной измерительной ленты, если источником сигнала является усилитель — при подаче номинальной ЭДС.

Таблица 13. **Выходные сопротивления источников программ, имеющих выходы общего назначения (0,5 В)**

Параметр	Предпочтительное значение	
	I	II
Выходное сопротивление источника, кОм	10	1
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	47	10

Минимальное выходное напряжение на выходе источника записи 0,2 В должно обеспечиваться:

в случае, когда источником является магнитофон — при воспроизведении с ленты уровня записи на 8 дБ ниже уровня записи стандартной сигналограммы измерительной ленты;

при записи через усилитель — при подаче на его вход минимальной ЭДС, заданной в НТД.

Максимальное выходное напряжение 2 В для внешнего усилителя должно обеспечиваться при ЭДС на входе, соответствующей его перегрузке.

Для тюнера условия формирования входных сигналов для получения соответствующих выходных напряжений приведены на с. 29—33. Предпочтительные значения входных сопротивлений источников программ и сопротивлений нагрузки в режиме записи для различных групп БРЭА с выходом общего назначения (0,5 В) приведены в табл. 13. Здесь так же, как и в табл. 12 в колонках I и II, показаны параметры различных поколений БРЭА.

Существует еще один вход для записи на магнитофон, рассчитанный на подведение относительно высоких уровней сигнала, и в частности сигналов от трансляционной сети. Этот вход с пассивным делителем обеспечивает нормальную работу от источника (линии) с напряжением до 30 В и характерен для аппаратуры, выпускаемой в нашей стране, где проводная система радиовещания получила широкое развитие.

В ряде моделей пассивный делитель распаивается непосредственно в соединительном кабеле, входящем в комплект магнитофона. Через такой кабель сигнал от трансляционной линии может подводиться непосредственно к соединителю линейного входа. В таких моделях отдельный вход для подключения к трансляционной линии может отсутствовать.

Следует отметить, что многопрограммное радиовещание по проводам тоже в основном получило распространение только в нашей стране. Присоединительные параметры абонентских громкоговорителей для таких сетей должны обеспечивать параметры линейного выхода, аналогичные БРЭА с $U_{вых.ном}=0,5$ В.

СОГЛАСОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И НАУШНИКОВ С ВЫХОДОМ УЗЧ

Согласование акустических систем и УЗЧ по мощностям

Современное развитие высококачественных акустических систем (АС) направлено на решение противоречивых требований — расширение АЧХ в области низших частот и сокращение объемов корпуса. Для выполнения этих и других требований широко используют громкоговорители с низкой чувствительностью. Повышенное звуковое давление может быть обеспечено только за счет существенного увеличения выходных мощностей УЗЧ. За последние годы выходные мощности УЗЧ бытового назначения существенно возросли. Современная элементная база позволяет получать максимальные выходные мощности, ограниченные искажениями, до 100 Вт и более. Известны модели автономных УЗЧ с выходными мощностями 500 Вт и выше. Естественно, что рассеивание таких мощностей на громкоговорителях и других компонентах АС стало серьезной проблемой, приводящей к выходу из строя АС, выбранных без учета пиковых выходных мощностей УЗЧ.

В этой связи оптимизация режимов согласования УЗЧ и АС приобретает весьма существенное значение. Для характеристики этих режимов стандартами МЭК установлены следующие понятия максимальных (предельных) кратковременных и долговременных мощностей.

Предельная кратковременная мощность АС ($P_{АС\ кр}$ — электрическая мощность сигнала взвешенного белого шума (рис. 18) в заданном диапазоне частот, которую АС выдерживает без необратимых механических повреждений в течение 1 с с интервалом 1 мин не менее 60 циклов). В этом режиме АС проверяется на воздействие кратковременных вспышек сигналов белого шума.

Предельная долговременная мощность АС ($P_{АС\ долг}$) — электрическая мощность сигнала взвешенного белого шума в заданном диапазоне частот, которую система выдерживает без необратимых механических повреждений в течение 60 с с интервалом 2 мин (не менее 10 циклов). Эта мощность характеризует механическую прочность головок (и в первую очередь высокочастотных), отличающихся, как правило, пониженными мощностями рассеивания относительно других элементов АС.

Кратковременная максимальная выходная мощность УЗЧ ($P_{УЗЧкр}$) — максимальная мощность, развиваемая на сопротивлении нагрузки при подаче на вход УЗЧ импульса длительностью 1 с с периодом следования 60 с, модулированного частотой 1000 Гц (рис. 19,*б*), при положении регуляторов, соответствующем наиболее равномерной АЧХ. Эта мощность характеризует возрастание сигнала до глубокого клиппинга (пиковой отсечки сигналов). Способ ее определения поясняет рис. 19,*а*.

Долговременная максимальная выходная мощность УЗЧ ($P_{УЗЧдолг}$) — максимальная мощность, развиваемая на сопротивлении нагрузки в течение 60 с при подаче на вход сигнала взвешенного белого шума (рис. 20), ЭДС которого не менее чем в 10 раз превышает установленное в НТД значение номинальной

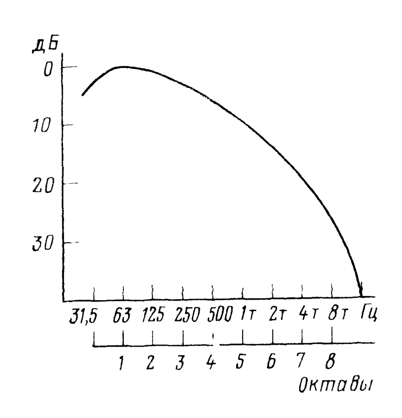
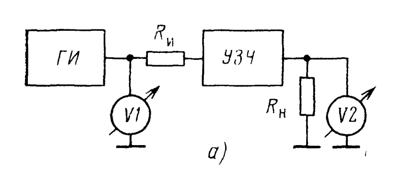


Рис. 18. Частотная характеристика взвешивающего фильтра генератора белого шума



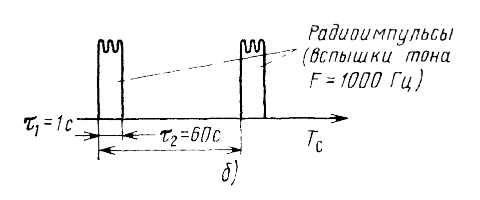
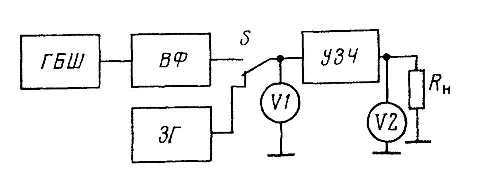


Рис. 19. К определению кратковременной максимальной выходной мощности УЗЧ

Рис. 20. Схема определения долговременной максимальной выходной мощности УЗЧ (ГБШ — генератор белого шума; ВФ — взвешивающий фильтр с частотной характеристикой, показанной на рис. 18; ЗГ — звуковой генератор синусоидального сигнала для установки номинального режима УЗЧ)



выходной мощности при положении регуляторов, соответствующем наиболее равномерной АЧХ. Эта мощность характеризует запасы мощности усилителя при возможных резких перепадах уровней сигнала (например, при переключениях источников сигнала).

При эксплуатации УЗЧ и АС могут быть выделены два типовых режима: малая вероятность возникновения клиппинга при перегрузке усилителя; вероятность клиппинга весьма велика, но она еще не приводит к самовозбуждению системы. Оба режима являются аварийными и могут привести к выходу из строя АС при несоблюдении условий согласования. Для УЗЧ режим перегрузки опасности не представляет благодаря средствам автоматической защиты.

Первый режим наиболее характерен для систем высококачественного воспроизведения Hi-Fi. При прослушивании музыкальных программ потребитель

устанавливает требуемую громкость звучания. При определенных уровнях в отдельные моменты могут возникать выбросы, приводящие к отсечке сигнала и возникновению легкого клиппинга. Соотношение пиковой и усредненной музыкальных мощностей характеризуется пик-фактором F:

$$F = \sqrt{\frac{P_{пик}}{P_{м}}},$$

где $P_{пик}$ — пиковое значение мощности — максимум мгновенных мощностей в заданном интервале воспроизведения музыкальной программы; $P_{м}$ — усредненное значение мгновенной музыкальной мощности в заданном интервале воспроизведения.

Значение пик-фактора для конкретных видов программы колеблется от 7,5 (классическая музыка) до 3 ... 4 (джазовые программы).

В режиме возникновения клиппинга с пик-фактором $F \geqslant 2$ слушатель практически не замечает искажений сигнала. Дальнейшее уменьшение значения F вызывает неприятные ощущения и заставляет слушателя уменьшить громкость. Таким образом, появление клиппинговых искажений вызывает необходимость ограничения мощности, рассеиваемой элементами АС [10, 11].

Возможны случаи, когда перегрузка усилителя является следствием неправильных или ошибочных действий потребителя, например следствием коммутации источников программ, имеющих различные выходные уровни. Несмотря на то, что этот процесс, связанный с переключением, может длиться не более 1 ... 2 с, он весьма опасен для АС. При подобных перегрузках сигнал на выходе УЗЧ представляет собой ряд прямоугольных импульсов (глубокий клиппинг). В этом случае выходная мощность достигает пикового значения ($F = 1$) и мощность, рассеиваемая на элементах АС, может в 4 раза быть выше, чем в режиме легкого клиппинга.

Для имитации режимов согласования используются соотношения предельных долговременных и кратковременных мощностей УЗЧ и АС. При малой вероятности возникновения клиппинга установлены следующие предельные условия безаварийной работы: $P_{АС\,долг} \leqslant 4\,P_{УЗЧдолг}$ при $P_{УЗЧкр} \geqslant P_{УЗЧдолг}$.

Следует иметь в виду, что $P_{АС\,долг}$ физически характеризуется порогом возникновения механических деформаций материалов головок громкоговорителей, фиксируемых, например, с помощью тепловизоров или других средств дистанционного неразрушающего контроля. Поэтому в НТД должны быть четко указаны значения предельных деформирующих мощностей АС и максимальных мощностей УЗЧ.

Иногда $P_{АС\,долг}$ на отечественных предприятиях определяется по моменту возникновения дребезга, т. е. самой начальной стадии разрушения элементов акустических излучателей. Большинство зарубежных фирм фиксируют $P_{АС\,долг}$ по нарушению теплового режима (пластичности звуковых катушек, перегреву проводов и др.). Поэтому если АС допускает четырехкратное превышение долговременной максимальной выходной мощности усилителя, в котором мала вероятность возникновения глубокого клиппинга, то это обязательно должно быть

оговорено в руководстве по эксплуатации. Следует подчеркнуть, что здесь речь идет только об измерительных долговременных мощностях УЗЧ и АС, характеризующих безаварийность их согласования.

Второй режим безаварийного согласования более распространен, так как относится к бытовым АС широкого применения. Пик-фактор усилителя может быть близок к единице, и режим возникновения глубокого клиппинга весьма вероятен. В этом случае при согласовании должны выполняться соотношения: $P_{\text{АСдолг}} \geqslant P_{\text{УЗЧ долг}}$.

Такие условия согласования гарантируют нормальную работу АС при любых вариантах перегрузки УЗЧ, включая случаи возможных неисправностей систем защиты выходных каскадов. Вместе с тем понятно, что при прочих равных условиях по сравнению с первым случаем, когда клиппинг маловероятен, АС будет отличаться большей громоздкостью вследствие повышенных запасов прочности ее элементов.

Согласование акустических систем и УЗЧ по сопротивлениям

В целях унификации для АС любых видов в международной практике принят следующий ряд номинальных сопротивлений: 2; 4; 8 и 16 Ом. При этом значения 4 и 8 Ом считаются предпочтительными. Усилитель звуковой частоты должен нормально работать при любом значении из этого ряда. Поэтому выходное сопротивление УЗЧ должно составлять не более 1/3 наименьшего номинального сопротивления нагрузки в рабочем номинальном диапазоне частот. Практически выходное сопротивление не должно превышать 1 Ом.

При использовании в АС электростатических или пьезоэлектрических громкоговорителей следует также учитывать емкостный характер нагрузки на усилитель. При этом в руководствах по эксплуатации для АС должны быть указаны значения емкостной составляющей, а для УЗЧ — максимально допустимые значения емкости, которые во избежание нестационарных процессов и искажений могут быть на его выходе.

Известны конструкции, когда в одном корпусе с АС находится усилитель мощности с автономным источником питания. Для таких систем входные параметры для подключения предварительного усилителя должны удовлетворять требованиям, приведенным в разделе, где рассматриваются условия согласования предусилителя с усилителем мощности.

Особенности проектирования высококачественных АС класса Hi-Fi у нас в стране и за рубежом подробно рассматриваются в [12]. Там же приводятся наиболее характерные типы АС, дают рекомендации по их конструированию и выбору входящих в них элементов (излучатели, фильтры и др.).

Параметры согласования наушников с выходом УЗЧ

Известны несколько вариантов подключения наушников * к аппаратуре (рис. 21). Наиболее распространенным является способ непосредственного под-

* Под термином «наушник» понимается один (моно) или два (стерео; телефона с оголовьем, ушным вкладышем или держателем.

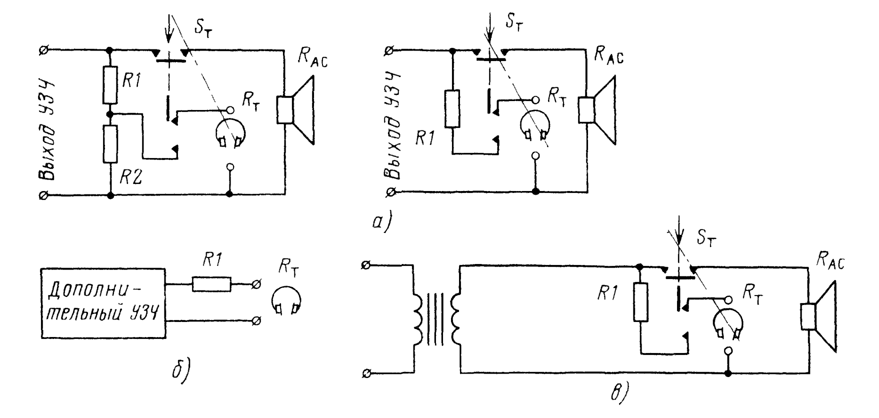


Рис. 21. Способы включения наушников в аппаратуре

ключения наушников к выходу мощного УЗЧ или через делитель, обеспечивающий нормальный уровень громкости (см. рис. 21,*а*) при большом интервале сопротивлений подключаемых наушников. При таком подключении акустическая система отключается автоматически. Для устройств, где отсутствует усилитель мощности, необходимые условия согласования достигаются с помощью дополнительного усилителя (см. рис. 21,*б*). Здесь также одним из условий нормальной работы является обеспечение типового значения выходного сопротивления источника R1. Наушник может подключаться через делитель R1, R2 или непосредственно через последовательно включенный резистор R1.

График на рис. 22 показывает, что подключение наушника непосредственно через последовательный резистор R1 энергетически более рационально (кривая *1*). Если сопротивление R1 равно 120 Ом, мощность, рассеиваемая на на-

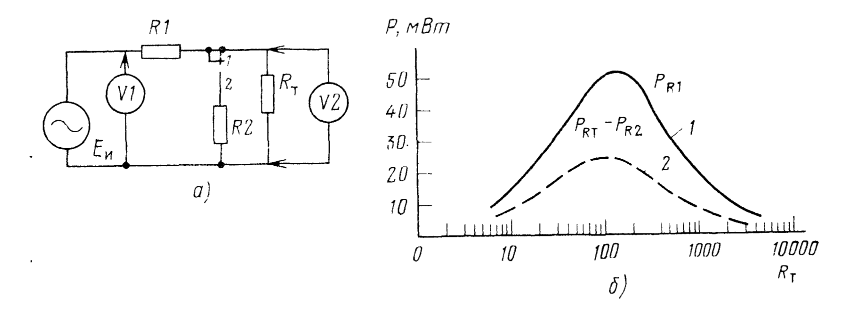


Рис. 22. Согласование наушников с источником сигнала при различных сопротивлениях наушника:
а — эквивалентная схема включения ($E_н \leqslant 5$ В; $R_{1ном} = 120$ Ом; $R_т = 8 \ldots 4000$ Ом); *б* — мощность, рассеиваемая на $R_т$ наушников при различных значениях $R_т$ (кривая *1* — при включении $R_т$ через последовательное сопротивление R1, кривая *2* — включение $R_т$ через делитель R1R2)

Таблица 14. **Параметры согласования наушников с выходом усилителя**

Выходной параметр усилителя для подключения наушника	Предпочтительное значение	Входной параметр наушников.	Предпочтительные значение
Выходное сопротивление источника, Ом	120	Номинальное сопротивление источника, Ом	120
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	От 8 до 2000	Номинальное сопротивление, Ом	8-32-200-600-1000-2000
Выходное напряжение, измеренное при отключенных наушниках, В, не более	5	Номинальная ЭДС источника, В	5

ушниках, будет изменяться от 10 до 50 мВт при сопротивлениях резисторов от 8 до 2000 Ом.

Максимальная шумовая (паспортная) мощность наушников любого типа согласно СТ МЭК 268-7 и СТ МЭК 581-10 составляет 100 мВт. При введении на выход усилителя постоянного делителя (например, 120+120 Ом) мощность, выделяемая на цепи R2, $R_т$ будет изменяться в тех же пределах что и без делителя, но на активной нагрузке $R_т$ (кривая *2*) ее изменение будет более плавным за счет шунтирующего действия R2. Такое включение обычно используют при необходимости гашения значительных мощностей источника посредством выбора значения R2.

Широко используется способ подключения наушника непосредственно ко вторичной обмотке выходного трансформатора (см. рис. 21,*в*). Наиболее часто этот способ применяется в аппаратуре с автономным питанием, где еще используются УЗЧ с трансформаторным выходом. В целях предотвращения режима холостого хода при возможных подключениях высокоомных наушников ко вторичной обмотке подключается резистор R1 сопротивлением 100...120 Ом.

В табл. 14 приведены типовые параметры согласования наушников с усилителем, составленные с учетом международных рекомендаций.

В качестве типового выходного сопротивления R1 источника, которым в данном случае является выход усилителя (см. рис. 22,*а*), принято значение, равное 120 Ом. Это сопротивление наиболее полно удовлетворяет требованию обеспечения удовлетворительного уровня звукового давления для всего ряда номинальных сопротивлений наушника, используемых в мировой практике почти без дополнительной регулировки усиления.

Следует отметить, что в СНГ, как и в некоторых других странах, помимо указанных в табл. 14 значений используются наушники с сопротивлением 16—40—100—300—4000 Ом. Но, как следует из графика на рис. 22,*б*, их использование практически не влияет на энергетическую характеристику выхода УЗЧ для наушника.

Требованиями МЭК предусмотрено, чтобы выходное напряжение усилителя на гнездах для подключения наушника в режиме холостого хода составляло не более 5 В. В расчете на такое же значение ЭДС должны конструироваться все

типы наушников, и это отражено в сводной табл. 14. Вместе с тем для аппаратуры, работающей при низких напряжениях источника питания 1,5...6 В, рекомендуемые значения выходных напряжений 5 В недостижимы. В такой аппаратуре должны использоваться, как правило, низкоомные наушники с повышенной чувствительностью. Рекомендуемые типы наушников должны быть указаны в руководствах по эксплуатации и другой НТД, если они не входят в комплектацию аппаратуры.

В табл. 15 приведены конструктивные и электроакустические особенности некоторых типов наушников, выпускаемых отечественной промышленностью, и даны их основные параметры. В подавляющем большинстве это наушники на динамических или изодинамических головках. Вместе с тем в торговле появляются наушники с электростатическими и пьезоэлектрическими головками, полное сопротивление которых имеет значительную емкостную составляющую. В этой связи при проектировании схемы выхода УЗЧ для подключения наушников необходимо также учитывать возможность его работы на емкостную нагрузку.

Следует заметить, что основным отличием изодинамических (ордтодинамических) типов головок является способ конструктивного исполнения магнитов и мембраны. В отличие от традиционных динамических систем, здесь отсутствует цилиндрическая катушка, а индуктивность выполняется в виде плоского рисунка, либо травлением фольгированного диэлектрика, либо методом нанесения (напыления). Мембрана с такой индуктивностью размещается в рассеянном магнитном поле n-пар магнитов круглой или прямоугольной формы, формируя тем самым электродинамическую систему.

Принятые в табл. 15 обозначения ТДС (телефон динамический стереофонический) постепенно, а чаще при очередной модернизации, заменяются на Н (наушник) с добавлением после цифрового индекса буквы С (для стереомоделей).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С ОДНОКОРПУСНЫМИ ВИДАМИ БРЭА

Мы рассмотрели наиболее типичные варианты согласования конструктивно законченных компонентов звуковой системы с усилителем. В этих вариантах каждый компонент выполнял определенную, только ему присущую функцию обработки звуковой информации. Для воспроизведения этой информации требовалось подключение внешнего усилителя и акустических преобразователей (АС, наушников). Такие блочные (разъемные) виды аппаратуры благодаря их качественным показателям и возможностям компоновки звуковой системы по вкусам пользователя получают все большее распространение. Но у пользователей в эксплуатации пока имеется в основном однокорпусная (моноблочная) техника. Производство именно этих видов аппаратуры еще долгие годы будет превалировать по объемам выпуска над компонентами блочных комплексов. Это связано с тем, что значительная часть потребителей предпочитает иметь изделие в законченном конструктивном виде, обеспечивающем полный цикл обработки и воспроизведения сигналов. В зависимости от сложности и потребительских

Таблица 15. **Основные параметры головных широкополосных**

Модель	Тип преобразователя	Аналоги зарубежной фирмы	Характеристика: Модуль полного электрического сопротивления, Ом	Характеристика: Неравномерность частотной характеристики звуковому давлению в диапазоне частот 20 . . . 20000 Гц, дБ
ТДС-3	Динамический, на базе головок 0,5ГД-50	DR-S3 (Sony, Япония)	8	18
ТДС-4	Динамический, на базе головок 0,5ГД-36	AT-703 (Audiotechnica)	16	26
ТДС-5	Ортодинамический	УН-1 (Yamaha, Япония)	100	12
ТДС-6	Динамический, на базе головок 0,5ГД-50	SE-305 (Pioneer, Япония)	8,0	25
ТДС-7	Изодинамический	SS-100 (Sansui, Япония)	8	16
ТДС-10	Динамический, на базе головки 0,5ГД-54	DT-100 Bayer D, ФРГ)	8,0	22
ТДС-13с (Н-13с)	Динамический, на базе капсюля	HA-M70 (JVC, Япония)	32	25
ТДС-14	Динамический, на базе капсюля	МДР-60П (Sony, Япония)	40	22
ТДС-15	Изодинамический	SS-100 (Sansui, Япония)	16	14
Эхо Н-16С	Ортодинамический	УН-1 (Yamaha, Япония)	100	14
ТДС-17	Динамический, на базе капсюля	НМ-6 (JVC, Япония)	100	94
ТДС-18	Динамический, на базе головки 0,5ГД-54		8	26
ТДС-19	Ортодинамический	YH-1 (Yamaha, Япония)	100	14
ТДС-20	Динамический, на базе капсюля	МДР-Е265 (Sony, Япония)	100	30
Н-21С	Ортодинамический	НД-1 (Yamaha, Япония)	32	14
ТДС-22	Динамический, на базе капсюля	МДР-Е265 (Sony, Япония)	100	25
ТДС-23	Динамический, на базе капсюля	HA-M70 (JVC, Япония)	40	22
ТДС-24	Динамический, на базе капсюля		32	21
Н-25С	Ортодинамический		32	14
Н-27С	Динамический, на базе капсюля	МДР-60П (Sony, Япония)	32	22
Мещера Н-29С	Динамический, на базе капсюля	HA-M70 (Sony, Япония)	40	22

стереонаушников

Уровень звукового давления на частоте 500 Гц при мощности 1 мВт, дБ	Максимальная шумовая (паспортная) мощность, Вт	**Масса** (без шнура), кг	Тип соединителя	Дополнительные **данные**
94	0,5	0,45	63ШК203	Комплектуется переходником 6,3→ОНЦ
94	0,5	0,5	ОНЦ-ВГ-4-5/16	Комплектуется переходником 6,3→ОНЦ Переход на 63ШК203
91	1	0,27	63ШК203	
94	0,1	0,45	ОНЦ-ВГ-4-5/16	Комплектуется переходником ОНЦ→6,3 Выпуск переходников в ассортименте
90	0,1	0,40	63ШК203	—
94	0,5	0,2	63ШК203	Комплектуется переходником 6,3→ОНЦ для ТВ-приемников с 63ШК203 и длиной кабеля 5 м, переходник 3,5→ОНЦ
104	0,1	0,04	35ШК203	
102	0,1	0,056	35ШК203	
91	0,8	0,3	63ШК203	—
90	0,1	0,35	63ШК203	—
25	0,1	0,04	35ШК203	Переходник 3,5→ОНЦ
94	0,5	0,2	63ШК203	—
90	0,5	0,12	63ШК203	—
104	0,1	0,05	35ШК203	Вкладной без оголовья
96	0,5	0,12	35ШК203	Переходник 3,5→6,3
104	0,1	0,005	35ШК203	—
104	0,1	0,04	35ШК203	—
104	0,15	0,04	35ШК203	—
98	0,1	0,2	35ШК203	Переходник 3,5→6,3
94	0,1	0,04	35ШК203	—
102	0,1	0,56	35ШК203	Переходник 3,5→6,3

Таблица 16. **Входы и выходы для внешних подключений**

Вид БРЭА	Линейный вход УЗЧ	Входы: Запись на магнитофон — линейный	микрофон	от трансляционной линии	Видеомагнитофон, видеопроигрыватель
Радиоприемники переносные, носимые, стационарные; радиолы	1[1]	—	—	—	—
Магнитолы, магниторадиолы и другая радиоаппаратура с магнитофонными панелями	1[1]	12	3	**	—
Автомобильная БРЭА (приемники, магнитолы, проигрыватели и др.)	1[1]	—	—	—	—
Телевизоры	1[1]	—	—	—	20
Магнитофоны, диктофоны	—	12	3	**	—
Электрофоны	1[1]	—	—	—	—
Плейеры	—	—	—	—	—
Многопрограммные приемники проводного вещания	1[1]	—	—	—	—

[1] Относительно редко встречающиеся подключения.

* См раздел «Согласование АС с выходом УЗЧ».

** См. раздел «Согласование магнитофонов с УЗЧ в режиме записи».

удобств в подавляющем большинстве однокорпусных видов БРЭА имеются гнезда для внешних подключений.

В табл. 16 приведены основные виды аппаратуры в однокорпусном исполнении и наиболее распространенные входы и выходы для соединений с другими видами приборов.

В таблице против каждого из устройств обозначено наличие (цифра) или отсутствие (тире) того или иного входа (выхода). Цифра, кроме того, обозначает соответствующий номер таблицы, в которой даются значения присоединительных параметров.

Одним из наиболее многочисленных видов аппаратуры являются радиоприемные устройства — от портативных карманных и переносных до носимых и стационарных.

Наличие линейного входа УЗЧ и возможность подключения внешних АС характерны в основном для стационарной аппаратуры и реже — для носимой.

Однокассетные, двухкассетные и катушечные магнитофоны, так же как и магнитолы, практически идентичны по номенклатуре входов и выходов. В некоторых типах портативных магнитол, магнитофонов и проигрывателей типа «плейер» могут отсутствовать функции записи и соответствующие гнезда для подключения внешних источников. Одной из новых функций магнитофонов является возможность их использования как ППЗУ для ПЭВМ.

в однокорпусных видах БРЭА

		Выходы					
Видеоигры, ПЭВМ	Проигрыватель компакт-диска	Линейный	Телефон	Автономная АС	Бустер	Видеомагнитофон	ПЭВМ
—	**[1]	10	14	*[1]	—	—	—
—	**[1]	13	14	*	—	—	12[1]
—	**[1]	10[1]	14[1]	*	17	—	12[1]
—	**[1]	10	14	*[1]	—	19	—
—	—	11	14	*[1]	—	—	12
—	—	**	14	*[1]	—	—	—
—	—	—	14	*[1]	—	—	—
21	—	10	14[1]	—	—	—	—

[1] Относительно редко встречающееся подключения.
* Ом. раздел «Согласование АС с выходом УЗЧ».
** См. раздел «Согласование магнитофонов с УЗЧ в режиме записи».

В последние модели телевизионных приемников, помимо традиционного выхода для записи звука на магнитофон, вводятся входы (выходы) для подключения видеомагнитофонов, а также входы для видеопроигрывателей, видеоигр, ПЭВМ. Во многих моделях отечественных телевизоров и переносных приемников линейный выход, используемый в основном для записи на магнитофон, выполняется с характеристиками, близкими к генератору тока (см. рис. 17). Этот токовый режим принимался как более предпочтительный для источников с автономным питанием. В некоторых моделях телевизоров в тракте звука используется высоконадежная микросхема в экономичном режиме питания, в которой также использован выход по току, обеспечивающий заниженные значения уровней на линейном выходе. Поэтому при записи на магнитофон с таких телевизоров следует использовать более чувствительный вход по току.

В нашей стране широко распространены многопрограммные трансляционные приемники проводного вещания. В таких приемниках предусматривается стандартный линейный выход 0,5 В, так же как в тюнерах и другой блочной аппаратуре.

Электрофоны независимо от типа проигрывателя (аналоговый или цифровой с цифроаналоговым преобразователем), как правило, имеют выносную АС и стандартный линейный выход 0,5 В.

Таблица 17. **Параметры согласования линейного выхода предусилителя в автомобильных приемниках, комбинированных устройствах с ЛПМ и электропроигрывателях компакт-дисков со входом бустера**

Предварительный усилитель		Вход автономного усилителя мощности (бустера)	
Выходной параметр	Предпочтительное значение	Входной параметр	Предпочтительное значение
Входное сопротивление источника, кОм, не более	1	Номинальное сопротивление источника, кОм	1
Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	10	Входное сопротивление, кОм, не менее	10
Номинальное выходное напряжение, В	0,5	—	—
—	—	Номинальная ЭДС источника на 1 Вт выходной мощности, В, не более	0,1
Номинальное выходное напряжение, ограниченное искажениями, В, не менее	1	ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2

Параметры выхода для подключения телефона должны соответствовать типовым требованиям, приведенным в табл. 14.

В качестве современной автомобильной БРЭА все шире используются однокассетные стереофонические магнитолы с питанием от бортовой сети автомобиля ... 10,8 ... 15,6 В. Обычно выходная мощность такой магнитолы составляет 4 ... 6 Вт на канал. Для повышения выходной мощности используются дополнительные усилители мощности (бустеры), которые могут подключаться к линейному выходу предварительного УЗЧ или к выходу встроенного усилителя мощности.

В табл. 17 приведены параметры согласования линейного выхода автомобильной аппаратуры (приемники, магнитолы и другие виды комбинированной аппаратуры с лентопротяжными механизмами и электропроигрывателями компакт-дисков со входом бустера).

Для создания в салоне автомобиля объемной звуковой картины, помимо фронтального разделения стереоканалов, в ряде случаев вводится система глубинной локализации. Для этого в салоне соответствующим образом располагаются громкоговорители и вводятся балансные регуляторы уровней «фронт — тыл».

Качество стыковки предусилителя со входом бустера в значительной степени определяется выходным сопротивлением источника $R_и$. Обычно при проектировании предусилителя значение $R_и$ устанавливается значительно меньше 1 кОм (табл. 17) и составляет 100 ... 200 Ом, что обеспечивает улучшенное отношение сигнал-шум за счет снижения уровня помех, проникающих через емкость экранированного кабеля. Кроме того, низкоомное сопротивление уменьшает разброс

чувствительности звуковой системы в целом при возможных случаях одновременного подключения к предусилителю параллельно нескольких бустеров.

Минимально допустимое неискаженное выходное напряжение обычно принимается равным 1 В. Такое ограничение по минимуму связано с необходимостью стабилизации напряжения питания. Уровни напряжения такого порядка также необходимы для защиты от возможных колебаний напряжения питания в реальных условиях эксплуатации, а также для исключения скачков напряжений, обусловленных работой оборудования автомобиля. Как правило, коэффициент усиления по напряжению для бустеров с выходной мощностью до 100 Вт должен составлять не более 30 дБ на линейном участке АЧХ (частота 1 кГц). В этом случае при ЭДС на входе до 0,1 В на выходе бустера при всех типовых значениях нагрузки (8 Ом, 4 Ом, 2 Ом) должна обеспечиваться мощность от 1 до 4,5 Вт. Для бустеров, рассчитанных на выходную мощность более 100 Вт, коэффициент усиления по напряжению может достигать значений выше 30 дБ в целях обеспечения устойчивых запасов по неискаженным выходным сигналам.

Номинальное выходное напряжение на выходе предусилителя (0,5 В) должно обеспечиваться при подключении к его входу различных источников сигнала, имеющих следующие характеристики:

тюнер ЧМ: частота модуляции 1 кГц, девиация частоты 30 % от максимального значения;

тюнер АМ: частота модуляции 1 кГц, $m=30$ %;

телевизионный приемник: при девиации частоты 30 % максимального значения и входном сигнале на антенне 50 дБ (мкВ);

кассетный магнитофон: при воспроизведении сигналограммы измерительной ленты с уровнем ниже на 4 дБ относительно номинального уровня;

электропроигрыватель компакт-дисков: при воспроизведении синусоидального сигнала с частотой 1 кГц, записанного на 18 дБ ниже уровня «полной шкалы» цифрового сигнала.

Под термином «полная шкала» понимается спектр положительных и отрицательных пиковых колебаний синусоидального сигнала, записанного с использованием всех 16 разрядов и представленных в цифровой форме (7FFF)H, (8001)H. Уровень 18 дБ выбирается с учетом того, что электропроигрыватель компакт-дисков обычно имеет уровни ниже, чем другие источники сигналов.

В большинстве случаев бустеры не имеют регуляторов громкости, поэтому номинальная ЭДС источника на его входе практически не отличается от минимальной ЭДС, а ЭДС источника при перегрузке не имеет смысла. При наличии регуляторов громкости ЭДС источника при перегрузке должна составлять не менее 2 В.

Параметры согласования усилителя мощности в автомобильных приемниках или автомобильных комбинированных устройствах с ЛПМ, электропроигрывателями компакт-дисков и других видов автомобильной аппаратуры с автономным бустером представлены в табл. 18. Здесь номинальное сопротивление источника (на выходе усилителя мощности) получено как 1/3 наибольшего номинального сопротивления нагрузки 16 Ом. Ряд номинальных сопротивлений нагрузки идентичен общепринятым значениям для выносных акустических систем. Выход-

Таблица 18. **Параметры согласования выхода усилителя мощности автомобильной радиоаппаратуры со входом бустера**

Усилитель мощности		Бустер	
Выход	Предпочтительное значение	Вход для подключения УМ	Предпочтительное значение
Выходное сопротивление источника, Ом, не более	1/3 $R_н$	Номинальное сопротивление источника, Ом	5,3
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	2; 4; 8; 16	Входное сопротивление, Ом, не менее	2
Номинальное выходное напряжение, В	2	Номинальная ЭДС источника, В	2
Выходное напряжение, ограниченное искажениями, В, не менее	3	ЭДС перегрузки источника, В	—

ное сопротивление усилителя мощности не должно превышать 1/3 наименьшего номинального сопротивления нагрузки в номинальном диапазоне частот, на которое рассчитана его работа. Если в бустере предусмотрена регулировка громкости, то ЭДС источника при перегрузке должна составлять не менее 3 В.

Согласование автомобильных устройств, не имеющих линейного выхода общего назначения, с внешним бустером широко используется благодаря своей универсальности.

В некоторые новые модели автомобильной аппаратуры вводятся специальные входы для воспроизведения звуковых сигналов от электропроигрывателей компакт-дисков, цифровых магнитофонов (ЦМ) персональных ЭВМ (ПЭВМ). В этих случаях присоединительные параметры должны удовлетворять стандартным значениям, приведенным в табл. 16.

Следует еще раз подчеркнуть, что наличие в моноблочной аппаратуре тех или иных входов (выходов) для внешних подключений не является обязательным и определяется конструктором и потенциальными пожеланиями потребителей. При введении же в аппаратуру соответствующих гнезд нужно строго выполнять условия согласования.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОГЛАСОВАНИЮ ВИДЕОЗВУКОВЫХ УСТРОЙСТВ С ТЕЛЕВИЗИОННЫМИ ПРИЕМНИКАМИ

За последнее десятилетие видеомагнитофоны, видеокамеры, ЭВМ, являющиеся сугубо профессиональными, получили широкое развитие как бытовые устройства. Ассортимент бытовых видеозвуковых устройств быстро увеличивается. Так, помимо уже известных телевизионных (видео) игр, в настоящее время на мировом рынке широко представлены электропроигрыватели видео-дисков, бытовые портативные видеокамеры, переносные ЭВМ и видеомагнитофоны.

Для правильной стыковки видеозвуковых устройств установлены международные правила как по уровням электрических сигналов, так и по распайке ше-

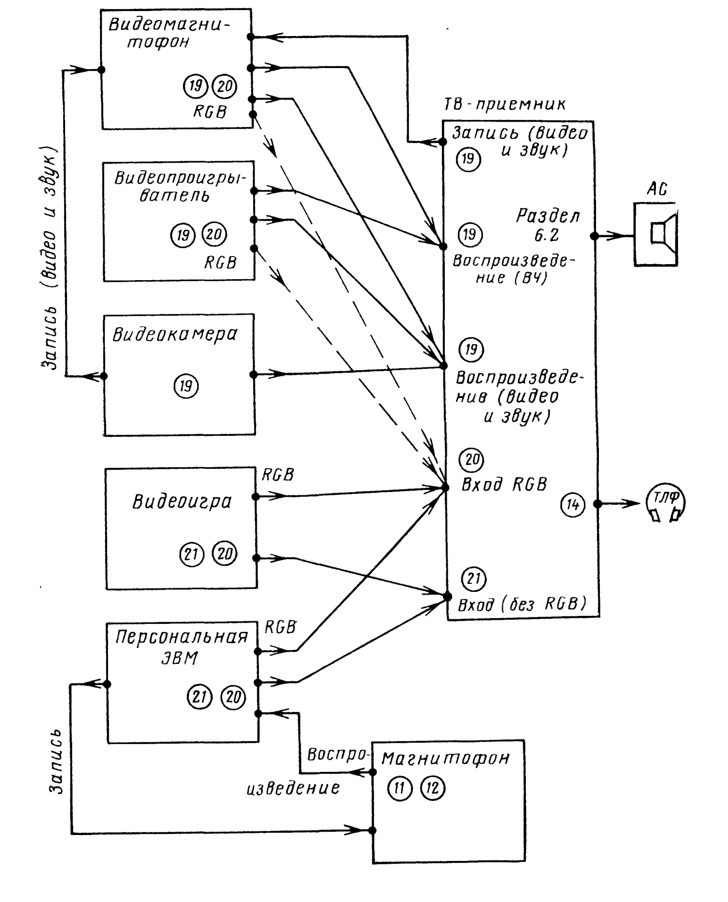


Рис. 23. Структурная схема межблочных соединений видеозвуковой аппаратуры

стиконта́ктного цилиндрического соединителя типа ОНЦ или 21-го контактного плоского разъема типа SCART.

На рис. 23 приведена структурная схема межблочных соединений бытовой видеозвуковой аппаратуры с ТВ-приемником для различных режимов записи и воспроизведения аналоговых видеозвуковых и декодированных цифровых сигналов. Стрелками на структурной схеме условно обозначены входы или выходы. Против каждого ввода указан номер таблицы, в которой приведены соответствующие присоединительные параметры и условия их определения. Способ согласования видеомагнитофонов и видеопроигрывателей с ТВ-приемниками по видеозвуковым частотам или по высокой частоте указывается в НТД на конкретный тип изделия.

Таблица 19. **Присоединительные параметры видеомагнитофонов, видеопроигрывателей, видеокамер, ТВ-приемников в режимах воспроизведения и в режимах записи**

Выходной параметр *	Предпочтительное значение	Входной параметр **	Предпочтительное значение
Полный цветовой сигнал:		Полный цветовой сигнал:	
$R_{вых}$, Ом	75	$R_{вых}$, Ом	75
полярность	Положительная	полярность	Положительная
Размах полного ТВ-сигнала, В	$1^{+0,4}_{-0,3}$	Размах полного ТВ-сигнала, В	$1^{+0,4}_{-0,3}$
Размах сигнала цветности в системе SECAM, В	$0,16_{-0,08}$	Размах сигнала цветности в системе SECAM, В	$0,16_{-0,08}$
Размах сигнала цветности в системе PAL, В	$0,3_{-0,15}$	Размах сигнала цветности в системе PAL, В	$0,3_{-0,15}$
Добавочное постоянное напряжение, В	От —2 до +2 +2	Добавочное постоянное напряжение, В	От —2 до +2 +2
Выход сигнала звукового сопровождения:		Вход сигнала звукового сопровождения:	
$R_{вых}$, кОм, не более	1	$R_{вх}$, кОм, не менее	10
выходное напряжение, В (действ.), не менее	0,2	входное напряжение, В (действ.), не менее	0,2
максимальное выходное напряжение, В (действ.), не более	2	максимальное входное напряжение, В (действ.), не более	2
Напряжение питания, В	12±0,6	Входное напряжение питания, В	12±0,6
Напряжение коммутации, В	$\frac{12\pm0,6}{0}$	Входное напряжение коммутации, В	$\frac{12\pm0,6}{0}$

* Выходные параметры даны для ВМ, ВП, ВК в режиме воспроизведения и для ТВ-приемника, ВК, ВП, ВМ в режиме записи.

** Входные параметры приведены для ТВ-приемника в режиме воспроизведения и для ВМ в режиме записи.

В табл. 19 приведены параметры согласования выхода видеомагнитофонов (ВМ), видеопроигрывателей (ВП) и видеокамер (ВК) с ТВ-приемником в режиме воспроизведения, а также для режима записи на ВМ от ТВ-приемника ВП, ВК или другого ВМ при согласовании по видеозвуковым частотам. Эти же параметры, кроме напряжения коммутации, относятся к режиму записи от ТВ-приемника, видеопроигрывателя и видеокамеры на видеомагнитофон. Указанные в таблице значения параметров для режимов воспроизведения и записи соответствуют случаю согласования по видеозвуковым частотам. Здесь, как и в других таблицах, кроме значений параметров принятой в нашей стране системы SECAM, даны значения размаха цветовой поднесущей для цветового сигнала системы PAL. Это обусловлено тем, что видеомагнитофоны и телевизоры могут выпускаться с той и другой системой.

В табл. 19 значения размаха полного ТВ-сигнала и добавочного постоянного напряжения измеряются на сопротивлении нагрузки 75 Ом. Размах сигнала цветности относится к номинальному значению размаха полного ТВ-сигнала: для системы SECAM он определяется по амплитуде поднесущей при отсутствии модуляции сигналов синих строк (4,25 МГц); для системы PAL — по амплитуде вспышки цветовой синхронизации. Указанные в таблице выходные напряжения измеряются на нагрузке 10 кОм, а выходные напряжения питания и коммутации — через последовательно включенный диод. Напряжение питания от источника видеозвукового сигнала предназначено для питания переходного устройства сопряжения. Сумма токов в цепи коммутирующего и питающего напряжений обычно не превышает 200 мА.

Переключение ТВ-приемника из режима телевизионного приема, когда принимаемый сигнал подводится непосредственно к ВМ, в режим видеоконтрольного устройства производится подачей напряжения 12 В от ВМ, работающего в режиме воспроизведения. В режиме записи напряжение коммутации равно нулю. Указанное в таблице значение телевизионного выходного сигнала звукового сопровождения 0,1 В должно обеспечиваться при подведении ко входу ТВ-приемника входного сигнала 300 мкВ при девиации несущей частоты звука 15 кГц. Максимальное выходное напряжение соответствует сигналу на выходе телевизора на 40 дБ выше номинальной чувствительности при девиации несущей 50 кГц.

Для согласования выходных параметров ВМ и ВП с ТВ-приеником по высокой частоте отведены телевизионные каналы с 35-го по 60-й. В НТД на источнике высокочастотного ТВ-сигнала должны быть указаны номера каналов, по которым осуществляется стыковка со входом ТВ-приемника. Высокочастотный телевизионный сигнал на выходе источника должен составлять 1 ... 10 мВ, чтобы обеспечить на входе ТВ-приемника с сопротивлением 75 Ом уверенный уровень входного сигнала за порогом чувствительности, ограниченной шумами [13, 14].

При стыковке ПЭВМ, видеоигр (ВИ) и других видеоразвлекательных устройств существенное значение имеет наличие или отсутствие в них выхода декодера RGB (красный, зеленый, синий), а в ТВ-приемнике — соответствующего входа.

Для согласования со входом ТВ-приемника, имеющего вход RGB, устанавливаются значения параметров, приведенные в табл. 20.

Предусматривается наличие во всех типовых видеозвуковых источниках выхода RGB. Здесь, так же как и при согласовании с ТВ-приемником по видеозвуковым сигналам (см. табл. 19), измерение видео- и синхросигнала производится на сопротивлении нагрузки 75 Ом. Суммарный ток в цепи коммутации может достигать 50 мА при напряжении 12 В. Напряжение коммутации 5 В принято только для ПЭВМ и ВИ.

Для ВМ и ВП принят полный размах сигнала RGB, равный 1 В, а для синхронизации допускается подводить полный видеосигнал положительной полярности размахом 0,7 ... 1,4 В. В тех случаях, когда у стыкуемой аппаратуры отсутствуют входы (выходы) RGB сигналов, устанавливаются условия согласования, приведенные в табл. 21.

Таблица 20. **Параметры согласования источников видеозвуковых сигналов (ВМ, ВП, ВИ, ПЭВМ) и ТВ-приемника, имеющих выходы или входы RGB**

Входной параметр ПЭВМ, ВИ, ВМТФ, ВП	Предпочтительное значение	Входной параметр ТВ-приемника	Предпочтительное значение
Напряжение коммутации, В	12±0,6 5±0,5	Напряжение коммутации, В	12±0,6 5±0,5
Номинальное выходное сопротивление видеосигналов RGB и синхросигнала, Ом	75	Номинальное входное сопротивление видеосигналов RGB и синхросигналов, Ом	75
Размах выходного сигнала RGB положительной полярности, В	$0,7^{+0,3}_{-0,2}$ 1±0,1	Размах входного сигнала RGB положительной полярности, В	$0,7^{+0,3}_{-0,2}$ 1±0,1
Размах выходного синхросигнала отрицательной полярности, В	$0,3^{+0,65}_{-0,1}$	Размах входного синхросигнала отрицательной полярности, В	$0,3^{+0,65}_{-0,1}$
Добавочное постоянное напряжение в выходном сигнале RGB и синхросигнале, В	0...2	Добавочное постоянное напряжение во входном видеосигнале RGB и синхросигнале, В	0...2
Сигнал звукового сопровождения:		Сигнал звукового сопровождения:	
выходное сопротивление, кОм, не более	1	входное сопротивление, кОм, не менее	10
выходное напряжение, В (действ.), не менее	0,2	выходное напряжение, В (действ.), не менее	0,2
максимальное выходное напряжение, В (действ.), не более	1	максимальное входное напряжение, В (действ.), не более	1

Для согласования в этом режиме условия измерений напряжения коммутации и установки полного ТВ-сигнала идентичны условиям, указанным в пояснениях к табл. 20.

Иногда для ПЭВМ в качестве ППЗУ используется обычный магнитофон. При этом сопряжение с магнитофоном производится через вход общего назначения 0,5 В. Выходные параметры ПЭВМ при записи сигнала и входные при воспроизведении должны быть идентичны значениям, указанным в табл. 12 и 13 для случая сопряжения с УЗЧ при номинальном сопротивлении источника 1...10 кОм и входном сопротивлении не менее 10 кОм. Типы соединителей и их распайка при сопряжении различных видов видеозвуковой аппаратуры приводится далее. Там же рассматривается новый тип 21-контактного соединителя, предназначенного исключительно для межблочной стыковки видеозвуковой техники. Конструктивные особенности соединителя и распайка контактов и кабелей прямо связаны со входными и выходными параметрами стыкуемых блоков. В последнее время этот тип плоского соединителя под шифром СНП-102 (SCART) получил широкое распространение. Соединитель универсален, при соответствующей распайке контактов он обеспечивает межблочные соединения бытовой видеотехники в различных сочетаниях независимо от страны-изготови-

Таблица 21. **Входные параметры ПЭВМ или ВИ и входные параметры ТВ-приемника, не имеющего входа RGB при согласовании по видеозвуковым частотам**

Выходной параметр ПЭВМ и ВИ	Предпочтительное значение	Входной параметр ТВ-приемника	Предпочтительное значение
Выходное напряжение коммутации, В	12±0,6	Входное напряжение коммутации, В	12±0,6
Размах полного выходного ТВ-сигнала, В	$1^{+0,4}_{-0,3}$	Размах полного входного ТВ-сигнала, В	$1^{+0,4}_{-0,3}$
Номинальное выходное сопротивление полного ТВ-сигнала, Ом	75	Номинальное входное сопротивление полного ТВ-сигнала, Ом	75
Сигнал звукового сопровождения		Сигнал звукового сопровождения:	
выходное сопротивление, кОм, не более	1	входное сопротивление, кОм, не менее	10
выходное напряжение, В, не менее	0,2	входное напряжение, В, не менее	0,2
максимальное выходное напряжение, В, не более	1	максимальное входное напряжение, В, не более	1

теля. В качестве приборного соединителя всегда используется соединитель — розетка (гнездовой разъем). Для возможных вариантов межблочных соединений предназначены три типа кабеля (рис. 24). Самый распространенный тип кабеля: «вилка—вилка» обеспечивает непосредственное соединение двух блоков с гнездовыми разъемами. Получили распространение также типы кабеля «розетка—розетка» и «вилка—розетка». Первые два типа кабелей имеют так называемую «перекрестную» распайку, схема которой показана на рис. 25. Соединитель «вилка—розетка» имеет «прямую» распайку по номерам контактов.

В зависимости от назначения того или иного кабеля используется типовая цветовая маркировка: кабель типа U (универсальный) с распайкой всех контактов — цвет кодировки *черный*; кабель типа V, контакты звукового сигнала (1—4, 6) не распаяны — цвет кодировки *белый*; кабель типа С, контакты RGB сигнала (5, 7, 9, 11, 13—16) не распаяны — цвет кодировки *коричневый*; кабель типа А, контакты видеосигналов (5, 7, 9, 11, 13—20) не распаяны — цвет кодировки *желтый*. Цветовая маркировка может быть выполнена непосредственно цветом изолирующей оболочки кабеля, нанесением краски на разъемы или другим способом, обеспечивающим четкое считывание цвета. Соответствующая кодировка должна быть четко обозначена на аппаратуре.

Входные и выходные параметры ВМ, ВП, ПЭВМ, ВИ и ТВ-приемников при использовании 21-контактного соединителя с распайкой контактов приведены в табл. 22. В этой таблице номинальное выходное напряжение звуковой частоты для ТВ-приемников определяется при подаче на антенный вход сигнала несущей частоты изображения с уровнем 70 дБ (3,16 мВ) и девиации несущей частоты звука 54 % максимальной. При подаче на антенный вход ТВ-приемника макси-

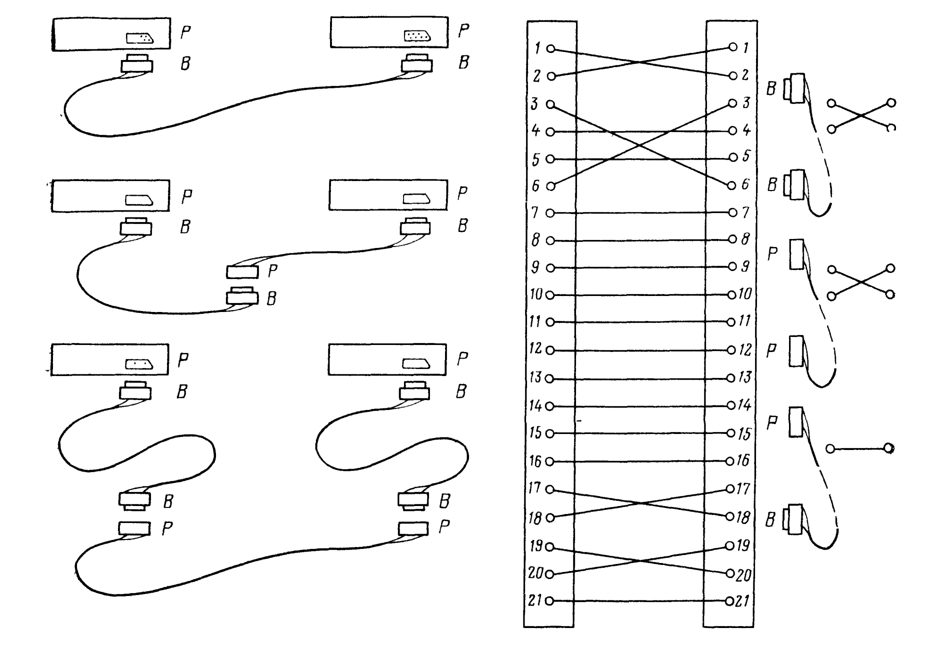


Рис. 24. Типы соединительных кабелей для 21-контактного соединителя (Р — розетка; В — вилка)

Рис. 25. Распайка контактов 21-контактного соединителя для вариантов распайки кабеля «вилка—вилка» или «гнездо—гнездо»

мального уровня сигнала несущей частоты изображения на 40 дБ выше значения номинальной чувствительности и максимальной (100 %) девиации несущей частоты звука (в нашей стране 50 кГц, для зарубежных стран 75 кГц) максимальное выходное напряжение не должно превышать 2 В.

Для режима переключения в ТВ-приемнике логический «0» соответствует воспроизведению сигнала с выхода детектора, а логическая «1» — воспроизведению сигнала от внешнего источника.

Напряжения звуковых частот в табл. 22 указаны в действующих, а напряжения видеосигналов и логических сигналов — в амплитудных значениях. Входные и выходные сигналы могут быть одновременно на всех контактах соединителя.

Начат промышленный выпуск 21-контактного соединителя СНП-102-21В0 (РП)* НЩО.364.055 ТУ. Эти соединители, наряду с разъемами типа ОНЦ, вводятся в новые разработки видеозвуковой аппаратуры и ТВ-приемников. Соединители-переходники СНП-102→ОНЦ в различных вариантах позволяют осуще-

* СНП-102-21В0-233 — кабельная вилка; СНП-102-21РП-33 — приборная розетка с угловыми выводами под печать; СНП-102-21РП-23 — приборная розетка с прямыми выводами под печать.

Таблица 22. **Входные и выходные параметры ВМ, ВП, ПЭВМ, ВИ и ТВ-приемников при использовании 21-контактного соединителя**

Номер контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметр	Предпочтительное значение
1	Выход звукового сигнала правого стереоканала; моноканал, независимый канал В	Выходное сопротивление, кОм, не более (в диапазоне частот 20... ...20 000 Гц)	1
		Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	10
		Номинальное выходное напряжение, В	0,5
		Максимальное выходное напряжение, В, не более	2
2	Вход звукового сигнала правого стереоканала; моноканал, независимый канал В	Входное сопротивление, кОм, не менее (в диапазоне частот 20... ...20 000 Гц)	10
		Номинальное сопротивление источника, кОм	1
		Номинальная ЭДС источника, В	0,5
		Минимальная ЭДС истжочника, В	0,2
		ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2
3	Выход звукового сигнала левого стереоканала; моноканал, независимый канал А	Выходное сопротивление, кОм, не более (в диапазоне частот 20... ...20 000 Гц)	1
		Номинальное сопротивление нагрузки, кОм	10
		Номинальное выходное напряжение, В	0,5
		Максимальное выходное напряжение, В, не более	2
4	Общий обратный провод звукового сигнала	—	
5	Обратный провод сигнала «синего»	—	
6	Вход звукового сигнала левого канала; моно, независимый канал А	Входное сопротивление, кОм, не менее (в диапазоне частот 20... ...20 000 Гц)	10
		Номинальное сопротивление источника, кОм	1
		Номинальная ЭДС источника, В	0,5
		Минимальная ЭДС источника, В	0,2
		ЭДС источника при перегрузке, В, не менее	2
7	Вход или выход сигнала «синего»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, В	$0,7^{+0,3}_{-0,4}$
		Сопротивление, Ом	75
		Добавочное постоянное напряжение, В	От 0 до 2

Номер контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметр	Предпочтительное значение
8	Вход или выход напряжений переключения	Напряжение логического «0», В Напряжение логической «1», В Входное сопротивление, кОм, не менее Входная емкость, пФ, не более Сопротивление для проведения сравнительных испытаний, кОм Выходное сопротивление, кОм, не более	От 0 до 2 От 9,5 до 12 10 2 10 1
9	Обратный провод сигнала «зеленого»	—	
10	Распайке не подлежит	—	
11	Вход или выход сигнала «зеленого»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, В Сопротивление, Ом Наложенная постоянная составляющая, В	$0,7^{+0,3}_{-0,4}$ 75 От 0 до 2
12	Распайке не подлежит	—	
13	Обратный провод сигнала «красного»	—	
14	Обратный провод запирания (быстрое переключение)	—	
15	Вход или выход сигнала «красного»	Разность между пиковым значением и уровнем гашения, В Сопротивление, Ом Добавочное постоянное напряжение, В	$0,7^{+0,3}_{-0,4}$ 75 От 0 до 2
16	Вход или выход запирания (в пределах полосы видеочастот) (быстрое переключение)	Напряжение логического «0», В Напряжение логической «1», В Сопротивление, Ом	От 0 до 0,4 От 0 до 3 75
	Напряжение переключения. Вход или выход	Напряжение логического «0», В Напряжение логической «1», В Сопротивление, кОм, не менее	От 0 до 0,4 5±0,5 1
17	Обратный провод. Выход полного телевизионного сигнала	—	
18	Обратный провод Вход полного телевизионного сигнала	—	

Номер контакта со стороны вилки	Назначение контакта при распайке на кабель	Входной и выходной параметр	Предпочтительное значение
19	Выход полного телевизионного сигнала (положительной полярности)	Разность между уровнем «белого» и уровнем синхроимпульса	$1^{+0,4}_{-0,3}$
		Сопротивление, Ом	75
		Добавочное постоянное напряжение, В	От 0 до 2
		Размах сигнала (только для синхронизации), В	$0,3^{+0,65}_{-0,1}$
20	Вход полного телевизионного сигнала (положительной полярности)	Разность между уровнем «белого» и уровнем синхроимпульса, В	$1^{+0,4}_{-0,3}$
		Сопротивление, Ом	75
		Добавочное постоянное напряжение, В	От 0 до 2
		Размах сигнала (только для синхронизации), В	$0,3^{+0,65}_{-0,1}$
21	Общий обратный провод контактов 8, 10, 12; корпус; экран	—	

ствлять стыковку компонентов видеозвуковой техники (независимо от завода и страны-изготовителя), и в частности с аппаратурой, имеющей шестиконтактный соединитель типа ОНЦ.

СОЕДИНИТЕЛИ ДЛЯ МЕЖБЛОЧНЫХ И ВНЕШНИХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

Цилиндрические многоконтактные соединители являются наиболее распространенными устройствами для межблочных соединений. Разработанные в ФРГ еще в начале 1960-х гг., они очень быстро вытеснили контактные устройства других типов практически во всех странах Западной Европы, США и Японии благодаря компактности, расширенным эксплуатационным возможностям и высокой разрешающей способности. К наиболее массовым типам цилиндрических соединителей относятся трех- и пятиконтактные пары. В международной документации они обозначаются соответственно 130-9 IEC01(02) и 130-9 IEC 03(04) или DIN 41524-3 pol. и DIN 41524-5 pol. В отечественной НТД эти соединители имеют обозначения ОНЦ-ВГ-2-3/16 В (или Р) и ОНЦ-ВГ-2-5/16 В (или Р). Индексом «В» обозначается соединитель-вилка, а индексом «Р» — соединитель-розетка. В обозначении по СТ МЭК 130-9 и СТ МЭК 268-11 индекс 01 — обозначает вилку, а индекс 02 — розетку для трехконтактного разъема и 03 и 04 — соответственно для пятиконтактного.

В табл. 23 показана область применения этих и других соединителей в отечественной БРЭА, а также дана типовая распайка их контактов к соединительным кабелям. В таблице приведены обозначения основных типов соединителей.

Таблица 23. **Функциональное назначение соединителей и распайка**

№ пп.	Расположение контакта	Обозначение типа соединителя	Функциональное назначение	
1		Вилка ОНЦ-ВГ-2-3/16-В и др.	Выходы (вилки) микрофонов и входы (розетки) аппаратуры для подключения микрофонов	Моно (симметричный)
		Розетка ОНЦ-ВГ-2-3/16-Р и др.		Моно (несимметричный)
2		Вилка ОНЦ-ВГ-4-5-/16-В и др.		Стерео (симметричный)
		Розетка ОНЦ-ВГ-4-5/16-Р и др.		Стерео (несимметричный)
3			Входы и выходы аппаратуры по напряжению	Моно
				Стерео
4			Входы и выходы аппаратуры по току	Моно
			(В новых разработках с 1991 г. не применяется)	Стерео
5			Входы и выходы магнитофонов для подключения ПЭВМ	—
6			Наушники (вилка) и выход аппаратуры (розетка) для подключения телефона	Моно
				Стерео

контактов на кабели

Номер контакта и его распайка									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прямой провод	Экран	Обратный провод	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод	Экран и обратный провод	—	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала	Экран	Обратный провод левого канала	Прямой провод правого канала	Обратный провод правого канала	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала	Экран и обратный провод	—	Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—	—
—	Экран и обратный провод	Прямой провод	—	Соединен с контактом 3	—	—	—	—	—
—		Прямой провод левого канала	—	Прямой провод правого канала					
Прямой провод	Экран и обратный провод	—	Соединен с контактом 1	—	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала		—	Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—	—
—	Экран и обратный провод	Прямой провод	—	Соединен с контактом 3	—	—	—	—	—
—	Экран и обратный провод	Прямой провод	—	—	—	—	—	—	—
—		Прямой провод левого канала	—	Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—

№ пп.	Расположение контакта	Обозначение типа соединителя	Функциональное назначение	
7		Вилка ОГЦ-ВГ-11-5/16-В	Наушники (вилка) и выход аппаратуры для подключения телефона (розетка)	Моно
		Розетка ОНЦ-ВГ-11-5/16-Р	(В новых разработках с 1988 г. не применяется)	Стерео
8		32ШК102	Входы и выходы для соединительных кабелей (вилка)	—
9		32ГП102	Входы (выходы) аппаратуры (розетка)	—
10		63ШК103	Наушники (вилка)	Моно
		35ШК103		Стерео
11		63ГП103 63ГП113 35ГП113	Выход аппаратуры для подключения наушников (розетка) и вход для подключения микрофонов (розетка)	Моно Стерео
12		63ШК102 35ШК102 25ШК102	Наушники и микрофоны (вилки); (25ШК102 — только для наушников)	Моно
13		63ГП102 63ГП112 35ГП112 25ГП102	Выход аппаратуры для подключения наушников (розетка) и вход	Моно

Номер контакта и его распайка									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Экран и земля	Обратный провод	Соединен с контактом 2	Прямой провод	Соединен с контактом 4	—	—	—	—	—
	Обратный провод левого канала	Обратный провод правого канала	Прямой провод левого канала	Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—
Прямой провод	Экран и земля	—	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод		—	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод	Экран и земля	Соединен с контактом 1	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала		Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод	Экран и земля	Соединен с контактом 1	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала		Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод	Земля и экран		—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод			—	—	—	—	—	—	—

№ пп.	Расположение контакта	Обозначение типа соединителя	Функциональное назначение	
			для подключения микрофона (розетка); (25ГП102 — только для наушников)	
14		Вилка ОНЦ-ВГ-11-7/16-В Розетка ОНЦ-ВГ-11-7/16-Р и др.	Выходы (вилка) микрофонов и соответствующие входы (розетка) аппаратуры с дистанционным управлением для подключения микрофона	Моно (симметричный) Моно (несимметричный) Стерео (симметричный) Стерео (несимметричный)
15		Вилка ОНЦ-ВГ-11-6/16-В	ВМ на запись и воспроизведение и ВП на воспроизведение (розетка) при работе в сопряжении с ТВ-приемником (розетка)	Моно Стерео
16		Розетка ОНЦ-ВГ-11-6/16-Р	Персональная ЭВМ бытового назначения, ВИ на воспроизведение при работе с ТВ-приемником (розетка)	Моно Стерео

Номер контакта и его распайка									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прямой провод	Экран	Обратный провод	—	—	—	—	—	—	—
Прямой провод	Экран и обратный провод	—	—	—	Для дистанционного управления		—	—	—
Прямой провод левого канала	Экран	Обратный провод левого канала	Прямой провод левого канала	Обратный провод правого канала	—	—	—	—	—
Прямой провод левого канала	Экран и обратный провод	—	Прямой провод правого канала	—	—	—	—	—	—
Коммутирующее напряжение	Видеосигнал	Экран и обный провод	Звуковой сигнал	Коммутирующее напряжение	Соединен с контактом 4	—	—	—	—
			Прямой провод левого канала		Прямой провод правого канала	—	—	—	—
Коммутирующее напряжение	Видеосигнал	Экран и обратный провод	Звуковой сигнал	Коммутирующее напряжение	Соединен с контактом 4	—	—	—	—
			Прямой провод левого канала		Прямой провод правого канала	—	—	—	—

№ пп.	Расположение контакта	Обозначение типа соединителя	Функциональное назначение	
17		Вилка ОНЦ-ВГ-5-8/16-В	Автомобильный магнитофон в режимах записи и (или) воспроизведения звука (розетка) при работе в сопряжении с автомобильным приемником	Моно Стерео
18		Розетка ОНЦ-ВГ-5-8/16-Р и др.	ПЭВМ, ВИ и другие источники RGB сигналов при работе с ТВ-приемником с входами RGB	Моно Стерео
19		Вилка ОНЦ-ВК-1-2/16-В Розетка ОНЦ-ВН-1-2/16-Р	Выносная акустическая система	—
20		СНП-102-21 ВО-233 вилка СНП-102-21 РП-33 (23) розетка	ВМ, ВП, ПЭВМ бытового назначения, ВИ ТВ-приемники	

Многие из них имеют различное конструкторское исполнение, не влияющее на их механическую совместимость. (В таблице эти варианты конструктивных исполнений не приводятся).

Среди наиболее распространенных конструктивных разновидностей — при-

Номер контакта и его распайка									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сигнал записи	Земля	Сигнал воспроизведения	Соединен с контактом 1	Соединен с контактом 3	Обратный провод питания	Прямой провод	Контрольная точка	—	—
Сигнал записи левого канала		Сигнал воспроизведения левого канала	Сигнал записи правого канала	Сигнал воспроизведения правого канала					
Сигнал звукового сопровождения	Сигнал синхронизации	Сигнал синего (B)	Сигнал зеленого (G)	Сигнал зеленого (R)	Корпус (обратный провод)	Напряжение коммутации	Соедидинен с контактом 1	—	—
Прямой провод левого канала							Прямой провод правого канала		
Прямой провод	Обратный провод	—	—	—	—	—	—	—	—
См. табл. 22.									

борные розетки, предназначенные для непосредственной установки и распайки на печатные платы, а также розетки, имеющие независимые размыкатели внешних цепей. Для переходников и разного рода удлинителей предназначены варианты розеток в кабельном исполнении. В цифровые обозначения этих и других

конструктивных вариантов соединителей вводятся цифровые или буквенные индексы. Так, например, пятиконтактная розетка для печатного монтажа обозначается ОНЦ-КГ-4-5/16Р, пятиконтактная розетка с размыкателем — ОНЦ-ВГ-1-5/16Р, трехконтактная кабельная розетка — ОНЦ-ВГ-3-3/16Р, ОНЦ-РГ-6-3/16Р8 или ОНЦ-Р7-6-3/16Р19 и т. д.

Старые обозначения трех- и пятиконтактных вилок (розеток) — СШ3 (СГ3) и СШ5 (СГ5) соответственно.

Основной функцией соединителей типа ОНЦ является стыковка линейных входов (выходов) для различных видов БРЭА. В большинстве типов магнитофонов вход (выход) по току и выход (вход) по напряжению выполняются на одной розетке с распайкой контактов, как показано в табл. 23. В новых типах БРЭА с 1991 — 1992 гг. вход (выход) по току исключается. Распайка входа (выхода) на контакты 1 и 4 сохраняется для режима записи на магнитофон от РВ- и ТВ-приемников, электрофонов, УЗЧ и от различных комбинированных устройств, а также для воспроизведения с магнитофона через внешний УЗЧ. В таблице под прямым (обратным) проводом понимается один из соединительных проводов, условно маркированный по распайке к соответственно маркированным контактам соединителей. В несимметричных линиях обратный провод соединяется с корпусом аппаратуры. В зарубежной технике эти провода обычно обозначают hot (горячий) или cold (холодный) или первыми буквами этих слов h, c.

Во многих типах магнитофонов вход внешнего микрофона используется как высокочувствительный вход для записи от аппаратуры с выходом по току.

Несмотря на широкое распространение и универсальность цилиндрических соединителей, их применение для некоторых функций постепенно теряет свою рациональность. Постоянно возрастающая сложность БРЭА, стремление к повышению ее надежности и улучшению электрических характеристик обусловливают поиск новых технических решений с более совершенным способом внешних подключений.

Так, практически все виды наушников в настоящее время переведены на штекерные соединители диаметром 6,3 и 3,5 (стерео) или 2,6 мм (моно). На рис. 26—28 показаны схемы размещения контактов этих соединителей, а в табл. 24 даны основные размеры сборок. По конструкции эти изделия могут различаться, но основные размеры должны обязательно быть выдержаны для всех стран и фирм-изготовителей. Указанные в табл. 24 размеры регламентированы стандартами МЭК [3] и основаны на обобщении национальных стандартов Японии и США.

Такие же типы штекерных соединителей в двухполюсном исполнении диаметром 6,3 и 3,5 мм широко используются многими фирмами для стыковки с внешними микрофонами и громкоговорителями. Начиная с 1991 г. в некоторых отечественных разработках БРЭА для этих функций также применяют штекерные соединители, что повышает надежность и удобнее в эксплуатации.

При обозначении в табл. 23 контактов соединителей использованы: для розеток (гнезд) — незаштрихованные контуры (кружки, прямоугольники); для вилок — сплошная штриховка. Диаметры штекерных соединителей обозначены

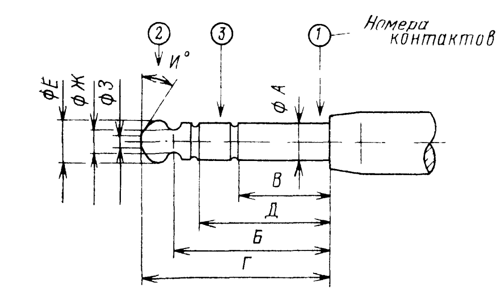


Рис. 26. Концентрический соединитель диаметром 6,3 мм (вилка)

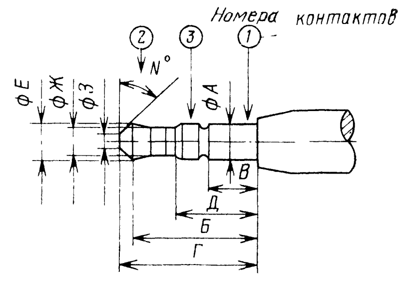


Рис. 27. Концентрический соединитель диаметром 3,5 и 2,6 (вилки)

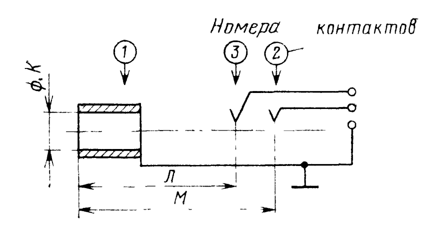


Рис. 28. Контактная система концентрического соединителя диаметром 6,3, 3,5 и 2,6 мм (розетки)

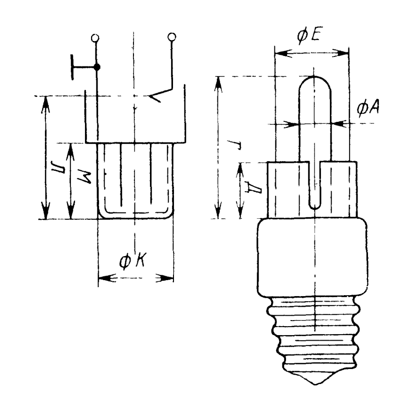


Рис. 29. Концентрический соединитель с диаметром центрального контакта 3,2 мм

условно без запятых (например, ∅6,3 мм обозначен 63 и т. д.). Для розеток, имеющих размыкатели внешних цепей, во втором знаке цифрового шифра используется цифра 1 (например, 112), а при его отсутствии — 0 (например, 102).

Наряду с введением в звуковые комплексы новых типов кабелей, обеспечивающих высококачественное воспроизведение звуковых программ, все более широкое применение для линейных входов (выходов) БРЭА находят двухполюсные соединители «тюльпан» с центральным диаметром контакта 3,2 мм (см. табл. 23). Для межблочных соединений стереофонических компонентов звуковой системы применяется кабель (шнур) с четырьмя штекерами (32ШК) и по две розетки (32ГП) в каждом соединяемом блоке. Основные присоединительные размеры соединителей этого типа показаны на рис. 29 и в табл. 24.

Для стыковки видеозвуковых источников с ТВ-приемником служит новый 21-контактный соединитель СНП-102 (SCART). Этот тип соединителя вводится

Таблица 24. **Основные присоединительные размеры контактов концентрических соединителей**

Размер *, мм	⌀ 6,3 Двухконтактный	⌀ 6,3 Трехконтактный	⌀ 3,5 Трехконтактный	⌀ 3,5 Трехконтактный	⌀ 2,5	⌀ 3,2
			Вилки (штекеры)			
А	6,29 6,38	6,29 ... 6,38	3,45 ... 3,55	3,45 ... 3,55	2,45 ... 2,55	3,1 ... 3,24
Б	24,5 25,2	24,5 ... 25,5	12,7 ... 13,3	12,7 ... 13,3	10 ... 10,6	—
В	—	14,5 ... 15,5	—	5,3 ... 5,7	—	—
Г	30 ... 31,5	30 ... 31,5	13,7 ... 14,3	13,7 ... 14,3	10,8 ... 11,2	13,89 14,65
Д	20,5 21,5	20,5 ... 21,5	8,3 ... 8,7	8,3 ... 8,7	6,3 ... 6,7	5,05 ... 5,35
Е	5,9 ... 6,1	5,9 ... 6,1	2,95 ... 3,05	2,95 ... 3,05	2,25 ... 2,35	8,23
Ж	3,7 ... 3,9	3,7 ... 3,9	2,4 ... 2,6	2,4 ... 2,6	1,7 ... 1,9	—
З	1 — для справок		1 — для справок		0,9 — для справок	
И	47,5 ... ... 52,5°	47,5 ... 52,5°	44—46°	44 ... 46°	44 ... 46°	—
			Розетки (гнезда)			
К	6,39 6,47	6,39 ... 6,47	3,56 ... 3,64	3,56 ... 3,64	2,56 ... 2,64	8,28 ... 8,38
Л	23,5 26,5	23,5 ... 26,5	10,5 ... 12,5	10,5 ... 12,5	8,5 ... 9,90	11,51
М	—	17 ... 20	—	6,6 ... 8	—	5,38

* См. рис. 26—29.

в новые разработки отечественной видеозвуковой техники и широко используется в зарубежной практике. Универсальная распайка контактов (см. табл. 22) и типовая конструкция соединителя позволяют просто и надежно стыковать аппаратуру независимо от фирмы-изготовителя. Во многих видах отечественной и зарубежной видеотехники применяются также цилиндрические соединители типа ОНЦ. Рекомендации по их распайке приведены в табл. 22. По-прежнему широко используются цилиндрические разъемы для автомобильных магнитол, микрофонов с дистанционным управлением и т. п.

При таком разнообразии типов соединителей для однородных функций могут возникнуть затруднения в оперативной стыковке компонентов звуковых и видеозвуковых систем. Для устранения этих затруднений во всех странах мира выпускают в широком ассортименте соединители-переходники в различных вариантак конструктивного исполнения. Наибольшее распространение получили переходники в однокорпусном исполнении, а также в виде конструкций, соединяемых отрезком кабеля. Наиболее характерные схемы соединений и их функциональные назначения показаны на рис. 30. Некоторые виды конструктивного исполнения переходников приведены на рис. 31.

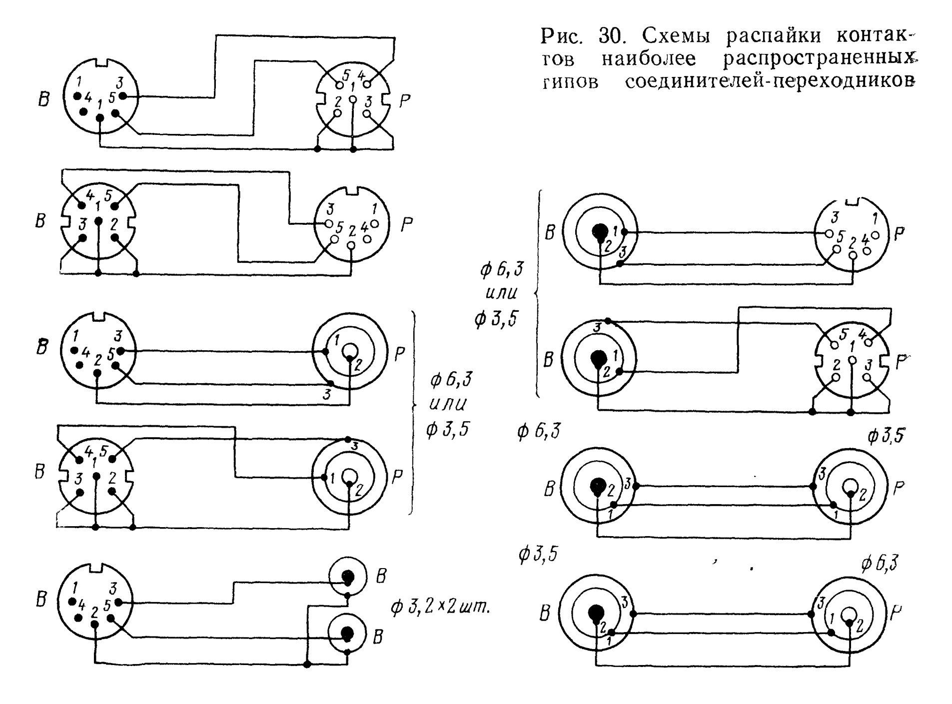


Рис. 30. Схемы распайки контактов наиболее распространенных типов соединителей-переходников

Соединители-переходники должны обеспечивать устойчивую сквозную электрическую характеристику стыкуемых цепей и сохранять эксплуатационную надежность системы в целом.

Номенклатура низкочастотных и видеочастотных соединителей, представленная в табл. 23, не исчерпывает всего многообразия разъемов, применяемых в БРЭА. Так, в современных звуковых системах высокоестественного звучания, рассчитанных на большие пиковые мощности, применяют позолоченные или платинированные резьбовые контакты с плоским зажимом. В автомобильной и видеозвуковой аппаратуре, в трансляционных приемниках, а также других видах БРЭА иногда используют другие типы соединителей. Здесь вопросы стыковки решаются также с применением переходников.

При неоднократных экспертизах отмечалось, что замена типа соединительных кабелей и разъемов между АС и УЗЧ приводит к ощутимому изменению качества звучания. Было установлено также, что на качество звучания заметно влияют соединительные кабели между блоками УЗЧ, головкой звукоснимателя, магнитофона других источников звуковых программ. Отмечалось заметное влияние на качество звучания монтажных проводов и различных типов соединителей. Исследования показали, что на качество звучания влияют:

материал провода, химическая чистота материала, способ изготовления провода и обработки поверхности провода;

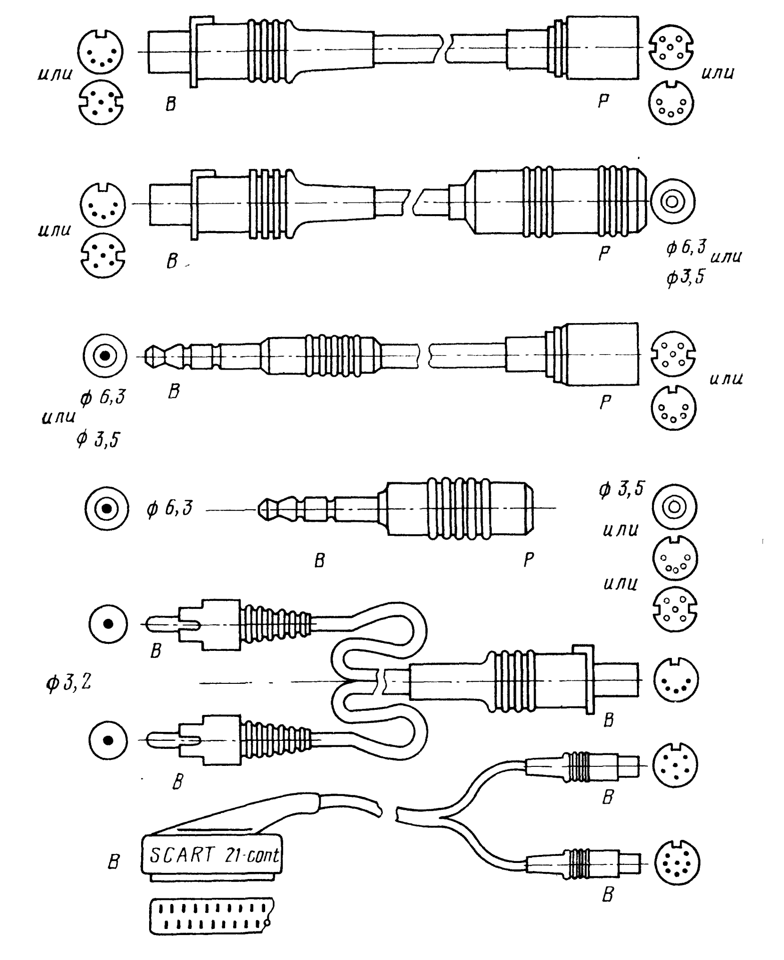


Рис. 31. Конструктивное исполнение соединителей-переходников

конструкция экранирующих цепей провода;

точка соединения экрана с корпусом.

Существует несколько гипотез, объясняющих обнаруженные эффекты. Среди них наиболее достоверным считаются гипотеза нелинейности проводниковых материалов и изоляторов и гипотеза групповой задержки полезного сигнала.

По эффекту субъективного восприятия проводник из жесткой технической меди может быть уподоблен цепочке последовательно включенных омических сопротивлений и униполярных переходов встречной полярности. Проводник из мягкой бескислородной меди можно представить как цепь последовательных активных и емкостных сопротивлений. Только бескислородная медь с вытянутой

кристаллической решеткой близка по своим параметрам к чисто омической структуре. Предварительные эксперименты показали, например, что если в кабеле с чисто омической структурой из красталлической меди заменить отрезок кабеля обычным монтажным проводом МГШД ∅1 мм длиной 20 см, то на выходе системы возникнут всплески на отдельных частотах, достигающие 4...6 дБ, а свыше частоты 4...5 кГц наблюдаться будет некоторое западание АЧХ до 2...6 дБ. При прослушивании квалифицированные эксперты практически однозначно отмечают нарушение пространственности звучания музыкальной программы, нарушение локализации стереофонического звучания.

Исследованием этих и других явлений, связанных с влиянием на качество воспроизведения различных активных и пассивных элементов тракта, заняты многие фирмы. Окончательные выводы еще впереди, но уже сейчас очевидно, что, как бы тщательно не были отрегулированы компоненты звуковой системы высокого класса, соединительные кабели, разъемы и монтажные провода могут внести заметные искажения в общий тракт воспроизведения. Поэтому не случайно, что на западном рынке цена некоторых разъединительных комплектов длиной 4...6 м достигает 200—300 долл.!

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ БРЭА

В развитии современной бытовой аппаратуры можно выделить два направления:

совершенствование традиционных видов аппаратуры, направленное на улучшение массогабаритных характеристик, повышение ее функциональной насыщенности, расширение ассортимента;

создание нетрадиционных видов аппаратуры, связанных с развитием новых способов передачи и обработки информации. Это освоение новых систем телерадиовещания, систем записи и воспроизведения. Введение в аппаратуру новых, нетрадиционных функций, основанных на последних достижениях электроники.

Параметры современной стационарной аппаратуры высшей категории сложности практически достигли теоретических пределов по всем основным параметрам. Поэтому основное внимание в ближайшие годы будет направлено на дальнейшее расширение ее функциональных возможностей, повышение естественности воспроизведения. Разработаны, например, устройства, позволяющие информировать слушателя о характере той или иной передачи по жанру (классическая или танцевальная музыка, спорт, новости и т. п.) или по распознаванию спектра (речь—музыка). С помощью этого устройства можно передать сообщение о номере передаваемой программы или ее кодовое наименование. Указанная информация передается в виде повторения последовательных индексов, букв или цифр, формируемых с помощью двоичного кода путем, например, балансной амплитудной модуляции поднесущей частоты.

Значительный интерес представляет возможность создания на новой элементной базе радиоприемного тракта с приемом на одной боковой полосе и высокостабильным синхронным детектором. Радиовещание на одной боковой по-

лосе имеет ряд преимуществ: повышенная помехозащищенность, защита от влияния соседних каналов и др.

Запланирован выпуск носимой стерефонической магнитолы объемом до 15 дм³ с двумя ЛПМ, автореверсом, системой поиска фонограмм, электронным расширением стереобазы и другими удобствами. Масса таких магнитол не будет превышать 4 кг. В дальнейшем планируется создание магнитол со встроенными проигрывателями компакт-дисков и цифровым управлением всеми функциями.

В автомобильные магнитолы будут вводиться автоматические системы управления функциями, системы автоматического сканирования программ радиовещания, системы расширения памяти до 20—30 станций, электронные кодовые системы защиты от хищения и др. Особый интерес у автолюбителей вызывает система дорожной информации, внедрение которой у нас в стране очень запаздывает. Актуальность введения этой системы возрастает с каждым годом по мере увеличения интенсивности движения по дорогам. Система дорожной информации предусматривает оперативную передачу сведений о состоянии дорог, путях объезда (при необходимости), введении новых дорог и целый ряд других информационных сообщений. Во многих странах мира такие системы уже действуют. В нашей стране наиболее вероятно будет применяться система, в которой дорожная информация будет передаваться на поднесущей в УКВ-диапазоне без перерывов основного радиовещания. Во избежание помех основному вещанию поднесущая должна находиться в области 55...70 кГц.

Весьма перспективной для использования в движущемся транспорте является система стерефонического радиовещания на средних волнах с АМ.

Основными недостатками стереовещания на УКВ являются ограниченность его радиуса действия и искажения стереосигнала за счет многолучевого распространения. Эти недостатки особенно сказываются при автомобильном приеме, когда при большой скорости перемещения автомобиль быстро переходит из зоны действия одной УКВ-станции в зону действия другой, расположенной по ходу движения. При больших скоростях практически невозможно обеспечить качественный стереоприем без заметных помех, проявляющихся в виде кратковременных щелчков и искажений звука.

К настоящему времени разработаны три системы АМ-стереовещания, в которых отсутствуют недостатки УКВ—ЧМ-стереовещания. Эта система с двойной модуляцией АМ и ЧМ, система с разделением боковых полос и система с квадратурной модуляцией. В первой из них модуляция по амплитуде осуществляется суммой стереоканалов А+В, а по фазе или частоте — разностным сигналом А—В. Вторая система основана на том, что на одной боковой полосе при АМ передается сигнал А, а по другой — сигнал В. В модифицированной системе с квадратурной модуляцией при передаче складываются три сигнала: немодулированная несущая и продукты балансной модуляции сигналами правого (А) и левого (В) каналов той же несущей, но сдвинутой по фазе. С помощью амплитудного ограничителя из полученного АМ—ФМ-колебания срезается АМ составляющая, а ФМ колебание подается на передатчик как немодулированная по амплитуде несущая. Срезанная АМ-составляющая детектируется и подается на

вход модулятора передатчика. В приемнике суммарный и разностный сигналы выделяются с помощью двух балансных детекторов, работающих со сдвигом на $\pi/2$, т. е. в квадратуре. При существующей элементной базе радиоприемный тракт может быть построен достаточно просто с обеспечением полной совместимости приема моно- и стереопрограмм. Система обладает хорошими шумовыми свойствами, не требует расширения спектра передатчика, лишена некоторых недостатков первых двух систем и является поэтому наиболее вероятной для стандартизации в большинстве стран мира. В настоящее время в ряде стран проводятся испытания этой системы в виде регулярного опытного вещания.

По мере увеличения выпуска кассетных магнитол объем выпуска радиоприемной аппаратуры несколько сокращается. Тем не менее во всеволновых носимых приемниках планируется дальнейшее расширение состава диапазонов КВ до 13 м, введение расширенной памяти и ряда удобств управления на базе синтезатора частоты. Для малогабаритных приемников объемом менее 0,3 дм^3 планируется снижение напряжения питания до 3 В, а затем и до 1,5 В. Это потребует разработки новых микросхем. Предполагается ввести УКВ-диапазон, а для диапазонов КВ до 16 и 13 м — квазисенсорное управление. Разрабатывается система персонального вызова абонента, работающего с портативным приемником. Ведутся работы по созданию портативных маломощных приемо-передающих связных станций на УКВ с радиусом действия не более 1...1,5 км. Для этих целей выделяется один из любительских диапазонов.

В новых разработках УЗЧ особое внимание предполагается уделить дальнейшему расширению потребительских удобств и таким параметрам, как динамический диапазон и линейность каналов в диапазоне частот от единиц герц до 50 кГц и выше, что в значительной степени определяет естественность воспроизведения звуковых программ.

Для повышения качества звучания и естественности звуковоспроизведения ряд предварительных, мощных и полных УЗЧ будет выполняться частично или полностью на электровакуумных приборах. Естественно, что такие технические решения приведут к некоторому ухудшению массогабаритных характеристик и снижению предельной долговременной выходной мощности до 40...50 Вт на канал. Но, как показывает опыт, именно ламповые схемы позволят реализовать усилительный тракт с меньшей глубиной обратных связей и тем самым снизить вероятность возникновения интермодуляционных и гармонических искажений высоких порядков. Для таких схемных решений, обеспечивающих значительное снижение паразитных высокочастотных составляющих в спектре выходного сигнала, характерна пониженная заметность возникновения ограничения по слуховому восприятию. Так, например, по статистическим данным заметность возникновения ограничения в ламповом усилителе средней мощности (20...40 Вт) в 4 раза ниже, чем в транзисторном (при прочих равных условиях).

В некоторые типы усилителей планируется ввести встроенные эквалайзеры, в том числе автоматизированные системы со звуковыми процессорами, что даст потребителю дополнительные удобства при работе со звуковой системой.

Предполагается, что в ближайшие годы в результате применения новейших технологий и новой элементной базы существенно повысится надежность всех

видов аналоговой радиоаппаратуры. Будут совершенствоваться также цифровые виды БРЭА за счет эффективно развивающихся методов дискретной обработки высокочастотных и звуковых сигналов. На базе этих методов будет формироваться новое поколение цифровой БРЭА, а именно: телевизионное и радиовещание; кассетные магнитофоны; лазерные проигрыватели с компакт-дисками; видеопроигрыватели.

Для реализации возможностей цифровой техники потребуется расширение динамического и частотного дипазонов громкоговорителей.

Лазерные проигрыватели первого поколения широко распространены за рубежом. Начато производство стационарных моделей лазерных проигрывателей и в нашей стране. Однако наибольшие потенциальные возможности имеют проигрыватели с компакт-дисками второго поколения. Это малогабаритные модели, способные работать от автономных источников питания, и в том числе от бортовой сети автомобиля. Освоение подобных изделий в виде модуля, встраиваемого в различные комбинированные устройства, ожидается к середине этого десятилетия и позволит создать такие, например, разновидности БРЭА, как: компакт-дисковые стереомагнитолы; автомобильные комбинированные устройства, включающие в различных сочетаниях радиоприемный тракт, лазерный проигрыватель с компакт-диском, ЛПМ, УЗЧ, бустеры; компактные комбинированные стационарные устройства с лазерными проигрывателями — аналоги современных радиол, электрофонов, магниторадиол, отличающихся использованием вместо аналогового ЭПУ цифрового проигрывателя для воспроизведения компакт-дисков.

Дальнейшим развитием цифровых лазерных проигрывателей будет, видимо, создание устройств записи на диск. В ближайшие 5—7 лет следует ожидать появления на рынке лазерных проигрывателей, работающих на нереверсивном магнитооптическом диске, позволяющем производить однократную цифровую запись. Создание реверсивных магнитооптических дисков, обеспечивающих многократную запись, следует ожидать лет через 10—15. Решение проблемы реверсивности дисков пока еще сдерживается сложностью оптических и электронных узлов проигрывателя, сложностью технологии выполнения реверсивного носителя. Создание дискового носителя для многократных циклов «запись — стирание» позволит преодолеть один из основных недостатков цифровых лазерных проигрывателей. Такие диски будут иметь практически неограниченное количество циклов «запись — стирание» (известно, что ленточный магнитный носитель выдерживает только до 200 циклов без заметного ухудшения качества записи).

Аналогичную структуру и динамику развития получат и цифровые видеозвуковые проигрыватели.

Еще одним источником цифровых программ, который будет интенсивно развиваться, является цифровой кассетный магнитофон. Среди важнейших факторов, обеспечивающих предпочтительность этого вида техники перед аналоговыми магнитофонами и электропроигрывателями всех типов, можно выделить:

высокий уровень основных электрических параметров (полоса частот 20... ...20 000 Гц; динамический диапазон 90...96 дБ; отношение сигнал-шум более 92 дБ; коэффициент общих гармонических искажений менее 0,005 %; практически полное отсутствие детонации);

длительность звучания одной кассеты до 150 мин (у компакт-диска до 74 мин);

поиск требуемого участка фонограммы в 10 раз быстрее, чем в аналоговом магнитофоне;

размеры кассеты почти вдвое меньше объема стандартной компакт-кассеты.

Следует ожидать, что оба вида цифровых источников звуковых сигналов — лазерные проигрыватели и кассетные магнитофоны — также будут развиваться параллельно, не конкурируя между собой. С одной стороны, это определяется отмеченными преимуществами цифровых магнитофонов и проигрывателей на магнитооптическом носителе, а с другой — возможностями расширения областей применения компакт-дисковых носителей. Эти новые типы носителей информации могут выполнять функции запоминающих устройств для хранения разнообразной видеографической и текстовой информации (включая видеосюжеты, стоп-кадры с изображением или текстовой информацией, емкостью до 20 000 страниц), а также прикладных цифровых программ.

Воспроизведение информации, хранящейся на таких компакт-дисках (в том числе и в интерактивном режиме) будет осуществляться специальными лазерными проигрывателями, оснащенными в простейшем варианте декодерами и жидкокристаллическим дисплеем или имеющими в своем составе центральный процессор и операционную систему. Считываемая таким образом информация может использоваться в учебных, бытовых и других информационно-справочных целях.

Интенсивные поисковые работы по созданию твердотельных ЗУ большой емкости (десятки и сотни мегабит), целью которых является замена таких традиционных хранителей информации в ЭВМ, как магнитные диски, позволяют ожидать, что в период 1995—2000 гг. станет возможной техническая реализация твердотельных ЗУ, емкость и конструктивные характеристики которых будут приемлемы для хранения и воспроизведения больших объемов цифровой информации, что сделает возможным создание безкинематических устройств «записи — воспроизведения» звуковых программ достаточной длительности.

Интересны новые направления развития спутникового и цифрового теле- и радиовещания. Для непосредственного спутникового приема выделены следующие полосы частот:

Диапазон, ГГц	*Полоса частот, ГГц*
2,8	2,95...2,7
12	11,5...12,5
42	41...43
85	84...86

Основные эксперименты сейчас проводятся в диапазоне частот 12 ГГц. Прием в этом диапазоне может вестись на параболическую антенну, устанавливаемую на крыше здания или непосредственно над приемником. Такая система вещания через искусственные спутники Земли становится возможной, благодаря открывающимся техническим возможностям, и в частности увеличению мощности передатчиков, размещенных на спутниках, и совершенствованию пере-

дающих антенн. Искусственные спутники Земли с передатчиком находятся на так называемой «геостационарной» орбите — 42 тыс. км над экватором. Спутник на этой орбите совершает один оборот вокруг Земли за 24 ч, т. е. остается практически неподвижным для наблюдателя. Три таких спутника обеспечивают зону обслуживания, охватывающую практически весь земной шар.

Реализация вещания через искусственные спутники Земли позволит решить многие вопросы теле- и радиовещания, связанные с расширением зоны обслуживания, выбором и широким обменом программами с другими странами.

Принципиально новым видом источника звукового сигнала в ближайшие годы станет цифровое радиовещание. Так же как в телевидении, система цифрового радиовещания потребует полной смены и передающего, и приемного оборудования. Но, несмотря на это, цифровые методы обработки высокочастотных сигналов привлекают все большее внимание исследователей. Цифровое радиовещание может обеспечить практически неискаженное воспроизведение звука (нелинейные искажения в полосе 20...16 000 Гц не более 0,1...0,2%), отношение сигнал-шум 80 дБ, разделение стереоканалов 70 дБ при практически идеальной помехозащите. Значительно возрастает разрешающая способность передачи дополнительной, вспомогательной информации, появится возможность запоминания фрагментов радиопередач, вывода на дисплей или телеэкран «бегущей строки» подключения принтеров и т. д. В ближайшие годы цифровым радиовещанием могут воспользоваться абоненты кабельной системы вещания. К середине этого десятилетия планируется введение спутниково-наземного цифрового радиовещания в диапазоне 3...30 ГГц.

Успешное развитие новых видов БРЭА в значительной степени определяется техническим уровнем входящих в нее комплектующих изделий. Для современных аналоговых микросхем характерно расширение (удельных на один кристалл) функций, снижение напряжения питания до 0,9...1 В и токов потребления до 2...3 мА, уменьшение количества внешних дискретных компонентов. Так, например, в микросхему совмещенного АМ/ЧМ тракта с напряжением питания 1 В входят, детектор с ФАПЧ; драйвер УЗЧ; выходы на индикатор и электронную коммутацию и др.

Среди основных направлений развития цифровых БИС — создание однокристальных программируемых микроконтроллеров, совмещенных с синтезатором частоты и устройством управления индикатором; разработка многофункциональных БИС управления ЦОЧ, памятью, синтезатором частоты, индикацией и т. п.

Значительное внимание предполагается уделить совершенствованию транзисторов для выходных каскадов УЗЧ. Решается задача уменьшения напряжения насыщения коллектор—эмиттер до 0,05...0,1 В для повышения КПД выходных каскадов. Широкое распространение получат биполярные транзисторы со встроенной схемой защиты, отключающей транзистор при превышении допустимой мощности рассеяния. Интересны работы по созданию новой линейки мощных полевых комплементарных пар с выходной мощностью свыше 20 Вт.

При разработке разного рода индикаторов стремятся к повышению яркости свечения светодиодов при снижении тока потребления, созданию светодиодов

голубого цвета свечения, расширению номенклатуры жидкокристаллических дисплеев.

Дальнейшее совершенствование конденсаторов планируется в следующих направлениях: переход на чип-структуры для поверхностного монтажа; разработка новой линейки малогабаритных оксидных конденсаторов взамен дорогостоящих — танталовых; существенное улучшение массогабаритных характеристик; создание конденсаторов, способных работать при значительных импульсных токах (до 5 А) и переменных составляющих напряжений до 25 В. Эти задачи решаются путем создания новых типов особо чистой анодной фольги, не агрессивных по отношению к диэлектрику электролитов, а также ряда других технических решений.

Интенсивно обновляется номенклатура постоянных и переменных резисторов. Становятся общедоступными чип-резисторы для поверхностного монтажа, расширяется номенклатура резистивных и резистивно-емкостных сборок, улучшаются механические характеристики переменных резисторов (палвность хода, уменьшаются усилия вращения, снижаются люфты), расширяется их модификация по конструктивному исполнению и разнообразию функций.

В переключателях в основном стремятся снизить усилия переключения и ввести дополнительные функции. В этой связи, в частности, получают все большее развитие псевдосенсорные электронные переключатели с простейшими коммутационными группами. В некоторых типах переключателей вводится световая индикация включения, используются гибкие ленточные тяги, допускающие установку коммутирующих узлов в любом месте монтажа.

Важную роль в обеспечении сквозных характеристик и параметров сопряжения с различными внешними устройствами играют способы электрических соединений, правильный выбор разъемов, соединительных кабелей, соединителей-переходников. Соединители типа ОНЦ, широко использовавшиеся для линейных входов (выходов) общего назначения, постепенно вытесняются симметричными двухполюсными разъемами типа «тюльпан», а для мощных УЗЧ — зажимами под винт или пружину. Следует ожидать, что к концу 1990-х гг. применяемость соединителя типа ОНЦ для линейных входов (выходов) сохранится лишь для простейших носимых видов БРЭА (магнитофоны, магнитолы, радиоприемники). Для подключения к аппаратуре телефонов и микрофонов, а также в ряде случаев внешних акустических систем будут использоваться только соединители штекерного типа диаметром 3,5 и 6,3 мм. Для простейших монофонических наушников предназначены штекерные соединители диаметром 2,6 мм.

Следует отметить, что в зарубежной аппаратуре повышенной сложности уже сейчас практикуется дублирование соединителей конкретного назначения. При этом присоединительные параметры с каждого входа отрабатываются автономно. Такое дублирование входов (выходов) гарантирует уверенную стыковку с внешними блоками без ухудшения качества, поскольку применение переходников может повлиять на такие важные параметры, как уровень фона (шума), помехозащищенность, амплитудно-частотная характеристика, вследствие, например, нарущения точки зануления обратного провода.

Современная видеозвуковая техника уже в настоящее время переоснащается на универсальный соединитель типа «scart» объединяющий все функции стыковки как по сигналам, так и по цепям управления. В ряде случаев предусматривается дублирование выводов на соединителях ОНЦ, необходимых для подключения выпускаемой аппаратуре.

Новая элементная база в значительной мере будет предопределять ускоренное обновление и расширение номенклатуры новых видов техники, включая системы с цифровой обработкой сигнала. Только жесткая стандартизация стыковочных параметров может гарантировать надежность работы звуковых и видеозвуковых систем при любом сочетании входящих в нее блоков.

Именно этим задачам в течение многих лет подчинена деятельность Технического Комитета № 84 Международной Электротехнической Комиссии, объединяющего усилия многих стран мира по оптимизации входных и выходных параметров всех компонентов звуковой (видеозвуковой) системы и унификации методов их измерений.

Список литературы

1. **ГОСТ 27418—87.** Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Термины и определения.
2. **Preferred** matching valves for the interconnection of sound system components// IEC. 1987. Publication 268-15. Geneva.
3. **Application** of connectors for interconnection of sound system components// IEC. 1987. Publication 268-11. Geneva.
4. **Банк М. У.** Параметры бытовой приемно-усилительной аппаратуры и методы их измерения — М.: Радио и связь, 1982.
5. **ОСТ 4.306.002—86.** Ленты магнитные измерительные лабораторные и технологические для бытовых и автомобильных магнитофонов. ОТУ
6. **Calibration** Tapes// IEC 1986. Publication 94-2. Part 2. Geneva.
7. **Standard** test methods of measurment for audio amplifiers// ETA. USA. 1981. Standard RS-490.
8. **Документы** Всемирной административной конференции радиосвязи (ВАКР-79): «Регламент радиосвязи». — Женева: Изд-во «Международный Союз Радиосвязи». — 1990.
9. **Кононович Л. М.** Современный радиовещательный приемник. — М.: Радио и связь, 1986.
10. **Лихницкий А. М.** и др. Согласование по мощности усилителей низкой частоты и акустических систем// Техника средств связи. Сер. ТРПА. — 1981. — № 1. — С. 41—54.
11. **Mitsuhashi Y.** Waveshape Parameter Modulation in Producing Complex Audio Spectr. YAES. — 1980. V. 28. — № 12.
12. **Алдошина И. А., Войшвилло А. Г.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985.
13. **Самойлов В. Ф., Хромой Б. П.** Системы цветного телевидения. — М.: Энергия, 1971.
14. **Громов Н. В.** Телевизоры цветного изображения. — Л.: Лениздат, 1987.

МРБ Массовая радиобиблиотека



Издательство «Радио и связь»